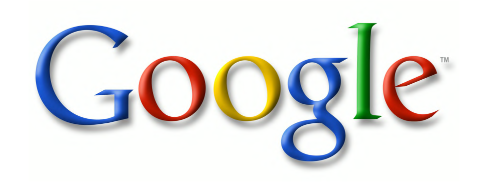
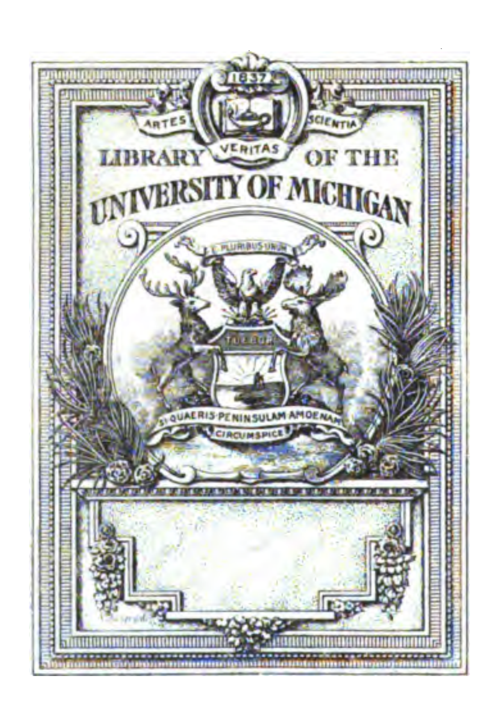





1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

NOUVEAU

COURS ÉLÉMENTAIRE

DE

GÉOLOGIE

TOME DEUXIÈME.

PARIS. — IMPRIMERIE ET FONDERIE DE FAIN,
Rue Racine, n. 4, place de l'Odéon.

NOUVEAU COURS ÉLÉMENTAIRE DE GÉOLOGIE;

PAR M. J.-J.-N. HUOT,

CORRESPONDANT DU MUSÉUM ROYAL D'HISTOIRE NATURELLE DE PARIS ET DU MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE POUR LES TRAVAUX RELATIFS A L'HISTOIRE DE FRANCE;

MEMBRE DE L'INSTITUT HISTORIQUE, DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE, DE CELLE DE GÉOGRAPHIE DE PARIS, DE LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DE FRANCE, DE LA SOCIÉTÉ ROYALE D'AGRICULTURE ET DES ARTS DE SEINE-ET-OISE, DE LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES ET DE CELLE DES SCIENCES MORALES, DES LETTRES ET DES ARTS DE SEINE-ET-OISE;

MEMBRE HONORAIRE DE LA SOCIÉTÉ DE STATISTIQUE UNIVERSELLE;

CORRESPONDANT DE LA SOCIÉTÉ D'ÉMULATION DE CAMBRAI, DE LA SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE NORMANDIE, DE LA SOCIÉTÉ PHILOTECHNIQUE DE PARIS, DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DES LETTRES, SCIENCES ET ARTS DE METZ, DE LA SOCIÉTÉ D'HISTOIRE NATURELLE DE MONTPELLIER, DES SOCIÉTÉS ROYALES DES SCIENCES, LETTRES, ARTS ET AGRICULTURE DE LILLE ET DE NANCY, DE LA SOCIÉTÉ ÉDUENNE DES LETTRES, SCIENCES ET ARTS, DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE PENSYLVANIE, DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES NATURALISTES DE MOSCOU, DE LA SOCIÉTÉ DE MÉDECINE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE MOLDAVIE;

CONTINUATEUR DE LA GÉOGRAPHIE PHYSIQUE DE L'ENCYCLOPÉDIE MÉTHODIQUE, ET DU PRÉCIS DE LA GÉOGRAPHIE UNIVERSELLE.

TOME DEUXIÈME.

Ouvrage accompagné de Planches.

PARIS,

LIBRAIRIE ENCYCLOPÉDIQUE DE RORET,

Rue Hautefeuille, n. 10 *bis*.

1839.

PRÉFACE.

Je lisais à la hâte les dernières feuilles du premier volume de cet ouvrage, lorsque je me préparais à un voyage géologique en Orient : aussi quelques fautes typographiques s'y sont-elles glissées qui n'ont même pas été indiquées dans l'errata, mais qui le sont dans celui qui termine ce second volume.

Revenu malade après sept mois d'absence, ce n'est qu'à la suite d'une longue convalescence qu'il m'a été possible de revoir le manuscrit de ce volume et d'y faire des additions et des rectifications, d'autant plus nécessaires que, je n'ai pu parcourir les environs de Vienne, les bords du Danube, la Valachie, la Moldavie, la Bessarabie, la Krimée, les rives de la mer d'Azof et du Sivach ou de la mer Putride, l'île ou la presqu'île de Taman jusqu'aux bords du Kouban, les environs de Constantinople et de Smyrne, sans prendre une idée plus exacte de certains faits géognostiques Toutefois ce n'était pas dans un traité de la nature de celui-ci, que je devais consigner les observations que j'ai été à portée de faire dans ce voyage : elles seront le sujet d'un travail spécial ; j'ai dû seulement me borner à citer à l'appui des caractères que présentent certaines formations, quelques localités peu connues, ou qui n'avaient point encore été décrites.

Dans le premier volume, je me suis attaché à donner des listes nombreuses des fossiles postérieurs aux terrains crétacés ; dans celui-ci j'ai cherché à présenter également des tableaux des fossiles de tous les terrains an-

ciens : ils sont plus complets que dans le *Manuel* de M. de la Bèche ; et pour les rendre plus utiles je les ai dressés par subdivisions de terrains, c'est-à-dire par *formations* et par *étages*.

Je crois aussi avoir été utile à ceux qui veulent s'occuper de l'étude de la géologie en décrivant à la suite de la description de chaque terrain ou de chaque formation les dépôts plutoniques que l'on y remarque ; et en donnant dans des tableaux spéciaux, la hauteur et la puissance qu'atteint chaque formation, chaque groupe de roches, ainsi que la liste des principales localités de cinq parties du monde où l'on a signalé la présence de ces formations.

COURS ÉLÉMENTAIRE
DE
GÉOLOGIE.

LIVRE ONZIÈME.

DESCRIPTION PARTICULIÈRE DES TERRAINS.

Terrains crétacé, jurassique, keuprique et psammérythrique.

CHAPITRE Ier.

TERRAIN CRÉTACÉ,

Comprenant
- Le terrain pélagique crétacé de M. Al. Brongniart;
- Le groupe crétacé, de M. de la Bèche;
- Le terrain crayeux, de M. Rozet;
- Le calcaire blanc jurassique, de M. Haussmann;
- Le terrain crétacé, de M. d'Omalius d'Halloy.

Le terrain dont nous allons nous occuper tire son nom d'une roche calcaire appelée *craie*, qui par ses caractères minéralogiques diffère de toutes celles que nous avons vues dans les formations supérieures à ce terrain. Le calcaire crayeux est ordinairement tendre, souvent même friable, d'une texture terreuse et lâche, d'une couleur plus ou moins blanche, mais qui varie quelquefois du grisâtre au jaunâtre. Une propriété qui le distingue, et qui est une de celles qui servent à le rendre utile c'est d'être traçant: aussi tout le monde sait-il que, c'est avec la craie que l'on fait les crayons blancs dont on se sert pour dessiner sur le papier coloré ou pour tracer des figures ou des chiffres sur des planches noircies, en usage dans les démonstrations de plusieurs sciences.

Cependant les caractères minéralogiques que nous venons d'assigner à la craie ne conviennent pas à tout le terrain crétacé : c'est-à-dire qu'en considérant que les principaux corps organisés, appartenant à la craie proprement dite, se retrouvent dans des masses placées plus bas, et dont la composition chimique et les caractères minéralogiques sont tous différens, on est forcément conduit à diviser le terrain crétacé en plusieurs étages distincts.

Mais le terrain crétacé n'a pas été divisé de la même manière par tous les géologistes : les uns n'ont admis que deux divisions; les autres trois, et même quatre; ces trois manières de grouper les diverses parties du terrain crétacé sont peu importantes, par la raison que ces diverses parties sont assez bien connues, ont chacune leur nom, et qu'on est d'accord sur leur ordre de superposition. Cependant nous admettrons avec M. d'Omalius d'Halloy la division en trois étages, que nous subdiviserons en plusieurs groupes ou assises. Toutefois nous devons faire observer qu'un même étage ou qu'une même assise changent quelquefois de nature suivant les contrées ou les localités : d'où il résulte qu'il ne faut pas attacher une trop grande importance aux caractères minéralogiques que présentent ces étages et ces groupes.

C'est en Angleterre que ces étages sont le plus développés et le mieux caractérisés : cependant nous allons prendre nos exemples d'abord sur le continent.

ÉTAGE SUPÉRIEUR

ou *crayeux*.

Comprenant :
- La *craie* proprement dite des Français (en anglais *chalk*, en allemand *kreide*, en italien *scaglia*);
- La craie blanche (en allemand *weisser kreide*, l'*upperchalk* des Anglais);
- La craie glauconieuse ou la glauconie crayeuse (*chloritische kreide* des Allemands, *lower chalk* des Anglais);
- La craie tufau et la craie micacée (*grey chalk* et *chalk marle* des Anglais, *kreide grau*, *mergelige kreide* et *planer kalk* des Allemands).

L'étage supérieur ou crayeux ne comprend généralement que des calcaires ou des marnes que l'on ne peut séparer de la craie, considérée sous le point de vue géologique. Il se divise naturellement en deux assises : la supérieure et l'inférieure.

Assise supérieure. — Cette assise comprend généralement la *craie blanche, tendre*, la *craie sublamellaire* et la *craie blanche compacte*.

La *craie blanche tendre* ou *graphique* est celle que nous voyons dans les environs de Paris, c'est-à-dire une roche calcaire d'un blanc mat, tachant les doigts et happant à la langue ; une roche qui, analysée par M. Berthier, a présenté quelques parties de magnésie, de fer et d'alumine, mêlées à 97 ou 98 de carbonate de chaux, selon les localités : ainsi celle de Meudon contient :

Carbonate de chaux.	98	100
Magnésie avec un peu de fer. . . .	1	
Alumine.	1	

Celle des environs de Nemours renferme :

Carbonate de chaux.	97	100
Magnésie avec un peu de fer. . . .	3	

Cette assise abonde en silex pyromaques noirs, dont le nombre diminue à mesure que l'on descend dans la masse. Ces silex ne sont pas la seule substance minérale que l'on trouve dans la craie blanche ; elle renferme aussi du sulfure de fer en nodules arrondis, ou de forme irrégulière ; quelquefois des cristaux de Célestine ou de sulfate de strontiane tapissent les fentes de la roche, ou bien les fissures des silex : la craie de Meudon et de Bougival en offre des exemples ; d'autres fois, mais plus rarement, on trouve dans la craie des cristaux de gypse ; ils recouvrent la surface des silex ; enfin ses fentes sont quelquefois remplies de cristaux de calcaire spathique, ou bien ce calcaire forme des géodes tapissées de ces cristaux, et d'autres fois il garnit les vides que présentent les silex. Mais ceux-ci sont plus souvent parsemés de géodes remplies de petits cristaux de quarz.

La craie blanche ne présente, le plus ordinairement, qu'une seule masse dépourvue de ces bancs parallèles que nous avons fait remarquer dans les dépôts supérieurs ; cependant on y aperçoit souvent des joints de stratification qui semblent rappeler une disposition en couches horizontales. Mais ce qui sert surtout à les indiquer, et ce qui prouve bien qu'elle a été formée par voie de sédiment, ce sont les lits horizontaux et réguliers que forment les silex pyromaques.

Ces silex, quelquefois de forme sphérique, mais plus fréquemment tuberculeux et à contours arrondis, semblent, par leur nombre et leur disposition régulière, dignes d'attirer l'attention des naturalistes. On ne connaît point encore leur

origine; mais si l'on peut hasarder une conjecture à cet égard, on est tenté de leur attribuer, comme l'a fait Guettard, et comme d'autres savans l'ont prétendu depuis, une origine animale, c'est-à-dire qu'ils ne seraient que des polypiers voisins des alcyons, transformés par des infiltrations siliceuses en masses, qui rappellent encore plus ou moins leurs formes primitives. D'ailleurs on sait que plusieurs de ces animaux renferment, même à l'état vivant, une certaine quantité de silice.

Cette opinion que nous partageons, et que nous avons même soutenue, se trouve appuyée sur quelques faits qui lui donnent un certain degré de probabilité : ainsi l'on sait que M. Nardo de Choggia a soumis à l'analyse plusieurs espèces d'Alcyons vivans, entre autres l'*Alcyonium Lynceum* et l'*Alcyonium Cydonium*, et qu'il a reconnu que les spicules qui forment le tissu de la substance centrale sont formées, non pas de matière cornée ou calcaire comme on l'avait cru jusque dans ces derniers temps, mais de silice.

Sur 100 parties de tissu il a reconnu 20 de substance animale et 80 de silice. La substance corticale de l'*Alcyonium Cydonium* contient, au lieu de spicules, des globules siliceux[1].

Un fait analogue a été observé depuis par MM. Milne Edwards et Audouin dans des animaux rayonnés qui vivent dans la Manche, sur les côtes de la Normandie.

D'après ces faits, on conçoit la possibilité d'admettre que l'énorme quantité de silex pyromaques que l'on voit dans la craie puisse être attribuée à la décomposition de ces corps marins, appelés Alcyons, et qui durent être si abondans au sein de l'Océan, dans lequel la craie se déposa. C'est même ce qui explique pourquoi on trouve dans les argiles rouges, déposés par voie d'alluvions au-dessus de la craie inférieure, tant d'Alcyons à l'état siliceux et parfaitement reconnaissables, et pourquoi les sables de la craie aux environs de Saumur sont remplis de ces corps organisés. D'ailleurs ce n'est pas seulement dans l'assise inférieure que l'on remarque parmi les silex pyromaques des Alcyons et d'autres polypiers encore reconnaissables; l'assise supérieure m'a offert plusieurs exemples de silex noirs, dont l'intérieur est occupé par quelques-uns de ces corps organisés, dans un état de conservation qui permet de les reconnaître (Meudon, Main-

[1] *Zeitchr. für die organische physik.* Tome 1, cahier de juillet 1827 — Voyez aussi *Bulletin des sciences naturelles*, n° 3, 1828, p. 371.

tenon). C'est probablement même à la présence de ces corps qu'il faut attribuer les amas de silice pulvérulente qui remplissent les cavités d'un grand nombre de ces silex pyromaques noirs.

Avant de se solidifier, ces silex ont passé par un état gélatineux voisin de la liquidité : c'est ce que démontre la présence de coquilles qui n'ont point changé de nature, c'est-à-dire encore dans leur état calcaire, que l'on trouve engagées en tout ou en partie dans quelques-uns de ces silex.

Dans plusieurs localités la silice, à l'aide d'un liquide qui la tenait en dissolution, s'est répandue par une des fentes verticales que présente la craie, et, arrivant jusqu'à une fente horizontale, a rempli celle-ci de la substance siliceuse, et y a formé de véritables petites couches de silex noir. D'autres fois le liquide siliceux, en suivant de haut en bas toutes les ramifications que présentent les fentes de la masse de craie, y a formé de petits filons de silex pyromaque.

Les silex de la craie ont en général une configuration contournée, une couleur et une pâte qui empêchent de les confondre avec d'autres silex. A défaut d'autres substances particulières à la craie, ils pourraient suffire pour distinguer ce calcaire de ceux qui lui ressembleraient le plus.

Sans être très-riche en debris organiques, la craie blanche, ou de l'assise supérieure, en renferme un nombre assez grand pour qu'il soit facile d'en trouver quelques-uns qui sont caractéristiques de cet étage. Le plus commun est le *Belemnites mucronatus*, facile à reconnaître à la petite pointe qui le termine. Un zoophite, que l'on trouve très-fréquemment, est l'*ananchites ovata*. Le *Spatangus coranguinum* n'est point caractérisque de cet étage, puisqu'on le trouve dans l'étage moyen; il en est de même d'une mollusque bivalve appelée *Ostréa ve icularis*, mais qui cependant est en grand nombre dans l'étage supérieur. Un autre bivalve qui n'appartient qu'à celui-ci, mais qui par sa petitesse est assez difficile à trouver, est le *Magas pumilus*. Du reste, on peut dire qu'à l'exception de quelques autres bivalves qui ne sont point caractéristiques de cette assise, les corps que nous venons de nommer sont les plus fréquents. On n'y trouve point d'ailleurs d'ammonites.

Quant aux vertébrés, nous rappellerons qu'ils consistent en débris de poissons et en un crocodile très-voisin des crocodiles vivans : on en a découvert quelques dents à Meudon, et nous en avons trouvé une dans la craie de Marly.

La craie supérieure est souvent assez friable pour pouvoir être exploitée comme marne pour l'amendement des terres : c'est alors que les silex et les corps organisés qu'elle renferme doivent servir et servent en effet à la faire distinguer des calcaires supercrétacés lacustres, avec lesquels son usage et le nom que les cultivateurs lui donnent pourraient la faire confondre. Dans les environs de Rambouillet et de Mantes, les paysans exploitent la craie blanche sous le nom de marne.

La craie supérieure présente dans certaines localités des variétés de texture et de couleur qui méritent d'être notées ici. Dans les environs de Nemours elle est souvent compacte, à grains serrés, et couverte de dendrites; près de Soupes et de Château-Landon elle présente aussi des parties compactes, mais tantôt blanches, et tantôt jaunes, qui n'offrent aucun des caractères habituels de la craie supérieure, si ce n'est la présence des silex. La craie jaune se fait remarquer fréquemment dans le département de l'Oise à Gournay, dans celui de la Seine-Inférieure à Varangeville; enfin dans celui de la Somme, sur la route de Vesle à Ham, près le Bipont, ainsi que dans les environs de Caix, et de Villers-Carbonnel. Cette craie jaune ou plutôt jaunâtre, du département de la Somme, est d'une texture compacte plus ou moins serrée, fort dure, et se compose de gros blocs d'une forme irrégulière, et qui renferment fréquemment des cavités tapissées de cônes cristallisés dont les angles sont émoussés, et qui paraissent être, suivant M. Buteux, des rhomboèdres de carbonate de chaux [1].

Dans le sud-ouest de la France la craie supérieure est jaunâtre et friable. Elle forme une bande étroite, et même se réduit à des lambeaux depuis l'embouchure de la Gironde jusque dans le département de la Dordogne.

Craie sublamellaire. — Nous nommons ainsi une craie que M. Passy a appelée *subcristalline*. Elle est ordinairement jaunâtre, quelquefois d'un blanc grisâtre, mais toujours d'une texture plus ou moins cristalline, que l'on peut appeler sublamellaire, parce qu'on y voit des indices de très-petites lamelles qui donnent à sa cassure un aspect un peu brillant. Quelquefois aussi elle est compacte.

Cette craie se trouve dans beaucoup de localités, immédiatement au-dessous de la craie blanche et graphique. Mais bien différente de celle-ci, qui ne présente aucun indice de

[1] Mémoire sur la géologie d'une partie du dép[t] de la Somme.

stratification, la craie sublamellaire est subdivisée en bancs nombreux, dont la texture est plus ou moins lâche et plus ou moins serrée, qui n'offre pour caractère du groupe crayeux que des rangées de silex gris, quelquefois blonds, ou bien noirs, qui se montrent souvent en petites couches horizontales, épaisses de 1 à 2 pouces.

Dans les environs de Paris on commence à trouver cette craie, aux portes de Mantes : entre cette ville et le village de Rosny, on remarque, sous le *diluvium* qui couvre la plaine, un sable calcarifère, contenant des couches d'une craie sublamellaire, à grain fin et serré, qui a l'aspect d'un grès, bien qu'elle soit très-peu siliceuse. On trouve dans cette craie des silex pyromaques d'un brun rougeâtre, et au milieu du sable des rognons aplatis et irréguliers de cette même craie, ainsi que des silex en petits lits de 2 à 6 lignes d'épaisseur.

A Rolleboise, sous la craie blanche et graphique, on remarque aussi une craie sublamellaire, renfermant des silex et présentant une stratification bien distincte. On retrouve la même craie dans la forêt de Rosny. De Bonnières à Jeufosse, on remarque une craie compacte renfermant du silex en lits ou en bandes de 1 à 2 pouces d'épaisseur.

La craie sublamellaire s'étend depuis Mantes jusqu'à l'embouchure de la Seine. C'est cette craie qui, au-dessous de Rouen, contribue à rendre si pittoresque les bords du fleuve par la configuration variée, et quelquefois bizarre, que présentent les falaises qu'elle forme principalement sur la rive droite : ainsi tous les Normands connaissent la *chaise de Gargantua,* que l'on voit au bourg de Duclair : c'est un rocher d'une grande élévation, dont la partie supérieure s'est dégradée de manière à présenter assez bien la forme d'un fauteuil gigantesque. Et il faut croire qu'il la présente depuis plusieurs siècles, car il y a bien long temps qu'il est connu sous ce nom des habitans de la basse Seine. C'est à sa solidité, qui la fait résister à l'action des agens atmosphériques, tandis que la craie blanche supérieure se dégrade sans cesse, que la craie sublamellaire doit la variété des formes sous lesquelles se présentent ses escarpemens. A Honfleur elle forme une masse imposante; et le long des falaises, qui bordent la Manche depuis Dieppe jusqu'à la petite ville du Tréport, elle forme une corniche plus ou moins saillante et très-remarquable.

La craie sublamellaire renferme peu de corps organisés : ce qui est probablement dû à l'action chimique qui lui a donné

sa texture, et qui a détruit la plupart des débris organiques.

C'est généralement à la craie sublamellaire que se rapporte celle du midi de la France, telle que, par exemple, celle d'Angoulême. Quelquefois aussi elle présente une texture presque granulaire, due à la réunion de petites particules arrondies en général spathiques, liées par un ciment cristallin ; d'autres fois c'est un calcaire compacte, ou bien à texture presque saccharoïde. Ces variétés se font remarquer aux environs de Cahors et de Rochefort. Près du bourg de Saint-Andéol la craie prend, dans certaines couches, une texture oolithique. Mais ces variétés de craie n'appartiennent pas, dans la France méridionale, à l'assise supérieure, ainsi que nous le verrons plus tard. En un mot, les caractères minéralogiques sont de mauvais guides pour reconnaître à quelle assise se rapporte telle ou telle roche du terrain crétacé.

M. Passy, dans sa Description géologique du département de la Seine-Inférieure, a donné le nom de *craie ocrée* à une craie blanche veinée d'oxide de fer, qui se trouve tantôt au-dessous de la craie sublamellaire et tantôt subordonnée à celle-ci. Elle ne paraît pas devoir être considérée comme pouvant former une assise distincte ; et sous ce rapport elle ne mérite pas d'attirer plus long-temps notre attention.

En Angleterre il existe plusieurs comtés où l'on trouve une variété de craie que l'on peut assimiler à celle qui mérite la désignation de sublamellaire. La craie du Yorkshire, d'après la description du docteur J. Mitchell, paraît devoir y être rapportée. Elle est très-dure ; sa couleur est quelquefois rouge ; on y remarque des veines de calcaire spathique, et des joints de stratification. On n'y voit point de lits de silex contournés : le silex se présente en couches continues et régulières.

La *craie blanche compacte* est ordinairement inférieure à la craie sublamellaire ; sa couleur est le blanc sale ; sa dureté est variable, mais elle est en général assez solide pour pouvoir être employée comme pierre de construction. C'est avec cette craie que la cathédrale de Rouen et la plupart des anciens édifices de cette ville ont été bâtis. Elle se présente en masses, divisées par assises de 1 à 2 mètres d'épaisseur, séparées, comme la craie sublamellaire, par des lits ou bandes de silex, bandes qui varient de 2 à 6 pouces d'épaisseur, ou par des couches de silex en rognons. Ces silex, disposés quelquefois en lignes ondulées, renferment les moules d'un grand nombre de fossiles appartenant à la par-

tie inférieure de la craie blanche, tels que des *spatangues* et des *ananchites*. On trouve la craie blanche compacte depuis Rouen, où à la montagne de Sainte-Catherine elle a 60 mètres d'épaisseur, jusqu'au Havre, et de là jusqu'à Saint-Valery.

Le calcaire blanc compacte des environs de Valognes, dans le département de la Manche, calcaire dans lequel on trouve des Baculithes, parut à M. de Caumont, en 1824, d'autant plus remarquable, qu'il y signala des fossiles identiques à ceux de la craie et du calcaire à polypiers de Caen; mais il ne fut bien connu qu'après l'examen qu'en fit, en 1825 [1], M. J. Desnoyers, qui prouva que ce calcaire appartient à la craie; et en effet, il se rapporte assez bien à la craie blanche compacte. Long-temps désignée sous le nom de *calcaire à Baculithes*, cette roche est habituellement blanche ou jaunâtre, solide, pesante, et d'une apparence homogène, presque aussi compacte que les couches les plus dures du calcaire jurassique. Cependant, ainsi que l'a fait remarquer M. J. Desnoyers, sa pâte présente souvent des lamelles spathiques, et sa texture est quelquefois un peu grenue, souvent même à l'état arénacé; quelquefois aussi sa texture est celle de la craie blanche et tendre.

« Lorsque la dissolution spathique n'a point pénétré uni-
» formément la masse, ce qui est le plus fréquent, on dé-
» couvre la cause de cette apparence granuleuse et fausse-
» ment oolithique, dans un grand nombre de petits frag-
» mens de coquilles ou de polypiers arrondis, tourmentés,
» qui forment quelquefois des nids irréguliers, et dont la
» destruction, jointe à l'absence du ciment spathique, pro-
» duit souvent des cellulosités au milieu des bancs les plus
» compactes. Ce premier état, le plus commun, représente
» complétement la craie grossière de la Saintonge et du Pé-
» rigord.

» Lorsqu'il y a un mélange de débris de roches plus an-
» ciennes, surtout de grès ou de quarz, les couches prennent
» une structure arénacée, et deviennent une sorte de grès
» ou de psammite, toujours endurci par le même ciment cal-
» caire; ce qu'on observe surtout à la fosse de la Bonne-Ville
» et à Orglandes pour les bancs supérieurs. »

Lorsqu'au contraire il n'y a aucun mélange de pâte ou de

[1] Mémoire sur la craie et les terrains tertiaires du Cotentin; par M. J. Desnoyers. Lu à la Société d'histoire naturelle de Paris, dans sa séance du 8 juillet 1825.

fragmens étrangers, les couches, uniquement formées de débris de corps marins et de petits fragmens de calcaire de différentes grosseurs, constituent des marnes incohérentes exploitées pour l'agriculture.

Le calcaire à Baculithes présente en général des masses discontinues et non stratifiées de calcaire compacte, au milieu d'un gravier calcaire contenant les mêmes fossiles ; ou bien des bancs minces et très-étendus, ou encore des marnes isolées sans couches solides, ou enfin un système de couches presque horizontales alternativement solides et friables, compactes et marneuses. La marne qui alterne avec cette craie compacte est tantôt friable et tantôt à texture grossière ; on lui donne dans le pays le nom de *falun*. Celle qui recouvre la craie est une sorte de craie marneuse remplie de polypiers et de plusieurs autres fossiles du terrain crétacé ; elle est souvent recouverte de silex cornés, pâles, entourés d'un calcaire crayeux.

Cette craie compacte renferme outre des Baculithes, des Bélemnites, des Ammonites, des Hamites, des Scaphites, des Térébratules, corps qui appartiennent à des espèces que l'on trouve dans la craie plus ou moins inférieure.

Cette roche est, dans quelques localités des environs de Va'ognes, recouverte d'un calcaire qui, par ses fossiles, représente le *calcaire grossier parisien*, et elle repose sur le calcaire oolithique.

C'est près du village de Fréville que les différentes couches des deux formations sont le plus développées, surtout celle de la craie.

Ainsi, ce sont :

1° Terre végétale.
2° *Diluvium* ou débris coulés de quarz, de silex, de grès et de calcaire à miliolithes enveloppés d'une argile brune sableuse.
3° Calcaire concrétionné pisolithiforme, divisé en plaques de 3 à 4 pouces.
4° Silex cornés entourés d'un calcaire crayeux.
5° Calcaire marneux contenant des polypiers, des cranies, etc.
6° Calcaire compacte à Baculithes.
7° Marne calcaire presque friable.
8° Banc de calcaire compacte un peu celluleux.
9° Calcaire presque pulvérulent
10° Banc irrégulièrement endurci.
11° Lit du fond très-continu, le plus compacte de toute la carrière.

Les mêmes fossiles se trouvent dans toutes les couches.

Au village d'Orglandes, on remarque les couches suivantes :

1° Terre végétale.
2° Traces de glaise ou d'argile brune.
3° Calcaire concrétionné pisolithique, avec empreintes de coquilles du calcaire grossier.
4° Couche calcaire graveleuse, avec fossiles de la craie et petits galets de grès. — 2 pieds.
5° Lit ou amas très-irrégulier, compacte, sublamellaire, ou mélangé de silice. — Environ 3 à 4 pieds exploités.

Quant à la disposition générale de la craie compacte à Baculithes, on voit dans les environs d'Orglandes que tantôt le calcaire grossier s'appuie dessus, que d'autres fois il le recouvre, que ce calcaire et la craie qui le supporte ont été morcelés par des courans qui les ont recouverts d'un dépôt diluvien, et que les masses irrégulières du calcaire grossier et de la craie reposent sur les couches horizontales du calcaire oolithique : disposition qui explique comment on a été long-temps incertain sur la véritable position de la craie compacte de Valognes (Pl. 21, fig. 2).

Assise inférieure. — Cette assise peut se composer, selon nous, de deux ou trois sortes de craie plus ou moins chargées de grains verts ou de silicate de fer ; assise dont les diverses nuances passent insensiblement de l'une à l'autre. Ces variétés ont reçu les noms de *craie marneuse* et *craie glauconieuse*. Elles offrent en général un caractère minéralogique qui les distingue des variétés de l'assise supérieure : c'est qu'elles renferment en quantité plus ou moins grande des parcelles de mica blanc.

La *craie marneuse*, appelée *chalk-marle* par les Anglais, diffère complétement de celles que nous venons de décrire et de celles qui lui sont inférieures. Elle n'est pas aussi blanche, ni d'un grain aussi tendre que la craie graphique ; elle n'est pas d'une texture aussi serrée que la craie compacte ; souvent elle présente des lames brillantes comme la craie sublamellaire ; mais ces lames ne tiennent point à la texture de la roche ; elles sont dues à de petites parcelles de mica blanc, qui y sont disséminées en plus ou moins grand nombre. Sa texture est tout-à-fait grossière, et sa teinte ordinairement un peu grisâtre ; elle tache les doigts, sans cependant avoir la qualité traçante de la craie blanche. Quelquefois elle est colorée par l'oxide de fer, ou bien elle contient des grains ferrugineux noirâtres, qu'il ne faut pas con-

fondre avec la glauconie ; assez souvent elle est parsemée de petites dendrites noirâtres, dues probablement à du manganèse. Les silex pyromaques y sont rares : leur couleur est le brun foncé ; quelquefois même ils sont blonds ; mais ce qui les distingue de ceux de la craie blanche, c'est qu'ils sont entourés d'une croûte plus ou moins épaisse, grise, et d'une texture grossière. Quelquefois elle est veinée par places d'infiltrations siliceuses noires, qui donnent à ces parties veinées une apparence marbrée.

Nous indiquerons encore comme un caractère qui distingue la craie marneuse des variétés qui lui sont supérieures, l'odeur argileuse qu'elle répand lorsqu'elle est imprégnée d'humidité ou lorsqu'on la met en contact avec l'haleine.

Elle renferme en général les fossiles de la craie blanche et ceux de la craie glauconieuse : ce sont des spatangues, des cidarites, des térébratules, des inocérames, des ammonites, scaphites, etc. Mais en général ces fossiles sont plus nombreux dans la craie glauconieuse, dont nous parlerons bientôt. On peut même dire que cette dernière passe insensiblement à la craie marneuse. C'est ce que l'on voit à la montagne Sainte-Catherine, à l'entrée de Rouen, où l'on peut remarquer la succession suivante de diverses espèces de craie de l'étage supérieur.

		mètres.
1° Argile rougeâtre dont la superficie forme la terre végétale.		10
2° Craie blanche, avec silex noir.	50	60.
3° Bandes de silex séparées par des lignes de craie blanche.	10	
4° Craie sans silex, avec des veines grises.		25
5° Craie grise marneuse.		5
		100
Craie sableuse parsemée de glauconie renfermant des Scaphites sur une épaisseur de 3 centimètres, avec des silex blonds et des bandes de silex pyromaques très-nombreuses dans la partie inférieure.		20
Craie glauconieuse dure.		15
Craie glauconieuse sableuse (au fond d'un puits).		10[1]

Craie glauconieuse. — Nous venons de voir, par la coupe de la montagne de Sainte-Catherine, que cette craie est immédiatement au-dessous de la craie marneuse. C'est cette

[1] Ces masses glauconieuse et sableuse paraissent correspondre à l'étage moyen du terrain crétacé.

variété que M. Al. Brongniart a appelée *Glauconie crayeuse*. Elle doit son nom aux grains verts, que l'on a long-temps appelés *Chlorite*, jusqu'au moment où M. Berthier a prouvé, par l'analyse qu'il en a faite, qu'ils sont formés de silicate de fer[1]. Comme elle n'a reçu de ce savant chimiste que le nom de *terre-verte*, nous avons proposé de lui réserver, comme espèce minérale, celui de *Glauconie*[2] : ce qui nécessite d'appeler *calcaire grossier glauconieux* et *craie glauconieuse* ces deux roches, lorsqu'elles sont mêlées de cette glauconie.

La craie glauconieuse est une craie blanche ou grise, plus ou moins mêlée de glauconie, et contenant, comme la craie marneuse, des parcelles de mica blanc; quelquefois aussi elle est d'un beau jaune. Elle est tantôt dure et tantôt tendre; les silex, soit pyromaques, soit calcédonieux, y forment quelquefois des lits très-rapprochés, ou bien y sont disséminés sans ordre. Ces silex sont noirâtres, grisâtres ou jaunâtres, et sont recouverts d'une croûte grossière plus ou moins épaisse, comme ceux de la craie marneuse. Très-souvent ils conservent des formes organiques prises de polypiers ou des traces d'organisation. Lorsqu'ils constituent des couches en bandes continues, ils ont perdu ces traces de tissus organiques, mais ils offrent celles d'une dissolution qui a permis à la matière siliceuse de se mouler sur divers corps organisés appartenant à la classe des mollusques.

On trouve aussi dans cette craie des rognons de phosphate de fer, des nodules de sulfure de fer, et souvent aussi du bois silicifié.

Quelquefois la craie glauconieuse renferme des couches d'argile brune, micacée, riche en fossiles, ou des lits de marne dure glauconieuse contenant du sulfure de fer et du sulfate de chaux.

Craie tufau. — Cette variété de la craie inférieure est de-

[1] Voici le résultat de l'analyse de ce savant professeur :

Silice.	50
Protoxide de fer.	21
Alumine.	07
Potasse.	10
Eau.	11
Perte.	01
	100

[2] Dictionnaire pittoresque d'histoire naturelle, au mot *Chlorite*.

puis long-temps connue sur les bords de la Loire, dans les départemens d'Indre-et-Loire, de la Sarthe et de Maine-et-Loire, sous le simple nom de *tufau*, qu'elle doit à sa faible consistance qui la rapproche de ces calcaires que l'on nomme vulgairement *tufs*.

Elle est plus ou moins chargée de glauconie; quelquefois même cette substance y est disséminée en parcelles si petites, qu'on ne peut la distinguer qu'avec le secours de la loupe. La craie tufau est tantôt grisâtre : et alors elle ressemble d'autant plus à la craie marneuse que la glauconie y est moins visible; tantôt est d'un blanc jaunâtre et quelquefois même tout-à-fait jaune. Elle est fréquemment micacée comme quelques autres variétés du même étage. Lorsqu'elle est grisâtre, et que les grains de glauconie y sont très-abondans, elle passe insensiblement à la craie glauconieuse et aux sables verts.

Il est difficile de décrire les diverses variétés que présente la craie tufau ; cependant nous signalerons celles qui nous paraissent les plus remarquables : ainsi c'est quelquefois une roche tellement imprégnée de silice qu'on l'exploite pour le pavage, comme aux environs de Saint-Paterne, dans la Touraine; d'autres fois elle est friable, sablonneuse et micacée ; d'autres fois encore elle présente le même aspect que la précédente, mais elle offre assez de consistance pour servir de pierre à bâtir ; souvent même sa texture compacte et serrée lui donne le *facies* d'un calcaire lacustre. Enfin la craie tufau se montre en masses imparfaitement stratifiées, en bancs épais, avec très-peu de silex cornés, soit en nodules, soit en plaques. Elle renferme dans certaines localités des couches sabloneuses chargées de glauconie, et quelquefois si peu calcarifères qu'elles fournissent un excellent sable pour mouler la fonte ; souvent aussi ces couches sont séparées par des lits argileux imparfaitement stratifiés.

Nous avons dit qu'elle est souvent d'une faible consistance; mais, selon les localités ou les assises, sa solidité varie : lorsqu'elle est friable on l'emploie sous le nom de *marne* à l'amendement des terres dans plusieurs parties de l'ancienne Touraine; lorsqu'elle est solide on la taille en moellons, et on s'en sert dans les constructions avec d'autant plus d'avantage qu'elle acquiert de la dureté à l'air. Dans ce second cas, elle est tantôt blanchâtre et tantôt grise.

La craie tufau, dans beaucoup de localités, renferme, soit

épars soit en lits interrompus, des silex cornés ou blonds, ce qui semble annoncer le passage de cette variété à la craie marneuse. Elle contient aussi en quantité plus ou moins considérable une roche que M. Al. Brongniart range parmi les *macignos*, parce qu'elle est souvent un mélange de sable et de calcaire, avec quelques parcelles de mica, et dont la texture est quelquefois grossière et d'autres fois lustrée. C'est cette même roche que l'on trouve dans la craie tufau de Bonne-Fontaine, près de La Flèche, et dans les marnes et le sable vert de Ryegate, dans le comté de Surrey en Angleterre, où on lui donne le nom de *Firestone* : ce qui semble encore annoncer le passage naturel de la craie tufau au sable vert.

La craie tufau est souvent recouverte tantôt de couches de marnes et tantôt de dépôts plus ou moins puissans de sable et de grès contenant une grande quantité de polypiers, et d'autres corps organisés qui se rapprochent plus de ceux de la craie que de ceux du calcaire grossier.

A la *Tranchée-de-Tours*, sous 6 ou 8 mètres d'un calcaire siliceux caverneux, se présente une marne jaune sur une épaisseur de 5 à 6 mètres, puis la craie tufau, en partie d'un blanc grisâtre et en partie jaune.

A Saumur, la falaise qui s'étend entre le château et l'hôpital, sur le bord de la Loire, présente la coupe ci-après :

1°	Sable rouge.	15 pieds.
2°	Sable avec polypiers, alcyons, huîtres, etc.	12 à 15
3°	Craie tufau blanchâtre.	55
4°	Craie tufau grisâtre.	20
5°	Marne grise.	6
6°	Marne bleue.	6
7°	Marne rougeâtre, alternant avec un sable calcaire et micacé coquillier	10 à 13

Il paraît qu'au-dessous de ces couches visibles, à en juger par des sondages, il existe des roches qui appartiennent à la partie inférieure du terrain crétacé, tels que des grès verts.

La marne grise, la marne bleue et la marne rougeâtre se rapportent au *gault* ou *galt* des Anglais; elles contiennent du gypse sélénite en abondance.

En Angleterre le *gault* est un dépôt argileux d'une couleur bleue grisâtre. Le plus souvent, dit M. de la Bèche, la partie supérieure est formée d'argile, et la partie inférieure

d'une marne micacée, qui fait fortement effervescence dans les acides.

Les principaux corps organisés que l'on trouve dans la craie tufau appartiennent aux genres *Nautile*, *Trochus*, *Trigonie*, *Scaphite*, *Catillus*, *Térébratule*, *Huître* et *Gryphée*. L'espèce la plus commune de ce dernier genre est la gryphée colombe. Ces corps sont beaucoup plus abondamment répandus dans les marnes que dans la craie.

Dans plusieurs localités du département de Maine-et-Loire, nous avons eu occasion de remarquer que les sables qui recouvrent la craie tufau renferment des grès à polypiers, et que ces grès sont lustrés comme le *Firestone* des Anglais mentionné plus haut. Ces grès alternent souvent avec une craie remplie de polypiers. Nous citerons, près de Saumur, *Bagneux*, *Distré* et *Champigny-le-Sec*, où ces grès sont très-remarquables. Dans cette dernière localité ils sont recouverts par un calcaire siliceux lacustre, de trois à quatre mètres d'épaisseur, dont nous avons parlé précédemment.

Dans le midi de la France, comme, par exemple, à Angoulême, nous avons dit, d'après M. Dufrénoy, que la craie supérieure est un calcaire blanc cristallin; elle repose sur de nombreuses couches de marne, plus ou moins grises et plus ou moins micacées, qui, à leur partie inférieure, passent à une sorte de grès. Ces couches paraissent être, suivant M. Dufrénoy, tout-à-fait analogues à la craie tufau grise.

Craie micacée. — On exploite en Touraine une variété de craie qui est blanche, poreuse, et parsemée d'une grande quantité de paillettes de mica. Elle renferme fréquemment des nodules siliceux et des pyrites. Elle est peu riche en fossiles : ceux-ci appartiennent principalement aux genres *Spatangue*, *Peigne*, *Lime*, *Trigonie*, *Gryphée*, *Nautile* et *Ammonite*. Quelquefois elle n'offre qu'un mélange de sable quarzeux et de sable calcaire micacé, agglutiné par un ciment argileux. Par sa position et par ses caractères minéralogiques, elle se confond avec la craie tufau dans sa partie supérieure et avec le grès vert dans sa partie inférieure.

Elle forme des bancs puissans à Montsoreau, près de l'embouchure de la Vienne dans la Loire, à Bourré-sur-le-Cher, à Loudun, etc. Partout les habitans profitent de la facilité avec laquelle cette roche se laisse tailler pour y creuser des caves et même des habitations.

On l'exploite à Bourré-sur-le-Cher en parallélipipèdes de deux pieds cubes, qui sont connus en Touraine sous le

nom de *bourrés*, et qui s'emploient dans toutes les constructions, depuis les plus simples jusqu'aux plus élégantes, parce que cette roche se taille facilement, et reçoit à peu de frais tous les ornemens d'architecture. Mais il faut dire qu'elle se laisse très-facilement pénétrer par le salpêtre, ce qui la détériore promptement [1].

C'est à l'assise inférieure que nous rapportons une craie que M. d'Archiac a étudiée dans le sud-ouest de la France. Elle paraît tenir à la fois de la craie marneuse et de la craie micacée. C'est un calcaire peu cohérent, blanc-grisâtre ou jaunâtre, quelquefois micacé, souvent poreux et contenant des grains verts.

Elle repose sur une craie compacte à grains fins, quelquefois cristalline, qui a beaucoup d'analogie avec la craie blanche compacte.

ÉTAGE SUPÉRIEUR HORS DE LA FRANCE.

Les caractères que nous venons de décrire sont ceux des principales variétés que présente la craie dans le nord de la France, c'est-à-dire dans toute la partie bornée au sud par le bassin de la basse Loire. Nous avons cependant eu soin de dire quelques mots de certaines variétés que l'on remarque dans le midi de la France, et dans plusieurs pays de la Grande-Bretagne. Dans cette île on retrouve la plupart des variétés que nous venons de décrire. Le fleuve d'Humber a son embouchure au milieu de masses de *craie chloritée*. En Angleterre, comme dans le nord de la France, cette craie est inférieure à la craie blanche à silex pyromaques, comme à Brighton, Gravesend, etc. Enfin, dans le nord de la France comme en Angleterre, dans ces deux contrées qui, ainsi que nous l'avons dit, occupaient encore un seul et même bassin pendant la période supercrétacée, on retrouve avec des caractères presque semblables les principaux étages du terrain crétacé.

Pour compléter la description de l'étage crayeux, nous donnerons quelques détails sur la craie des autres parties de l'Europe.

En quittant la France pour nous transporter dans les contrées plus septentrionales, nous verrons l'étage supérieur du terrain crétacé présenter une grande variété de

1 Mémoire sur les couches du sol en Touraine, et Description des coquilles, de la craie et des faluns. Tome II, 2e partie des Mémoires de la Société géologique de France.

texture : ainsi, à la montagne si célèbre de Saint-Pierre de Maëstricht, la craie forme deux masses bien distinctes par la texture et les fossiles. Sous un dépôt de transport qui atteint jusqu'à 30 ou 40 mètres d'épaisseur, et qui se compose de débris roulés de différentes roches des Ardennes et de la craie, se présente une première masse à pentes adoucies, d'une craie jaunâtre qui, par sa texture grenue et sa friabilité, se rapproche de la craie tufau. Ses différentes couches sont plus ou moins solides ou compactes. Elle paraît être formée en grande partie de détritus ou de débris de corps marins. Les parties friables de cette roche sont employées à l'amendement des terres argileuses; les parties les plus dures sont exploitées depuis les temps les plus reculés pour la bâtisse. Les immenses galeries qui y ont été ouvertes sont presque toutes sur un même niveau, et d'une hauteur moyenne de trente à trente-cinq pieds. C'est dans cette masse que se sont formés ces longs entonnoirs que l'on a nommés *orgues géologiques*, et qui sont remplis de sable et de cailloux roulés du dépôt supérieur. Cette masse de tufau se compose, suivant M. Van Hees, d'un mélange de coquilles dont plusieurs semblent appartenir au terrain supercrétacé, si ce n'est pour les espèces au moins pour les genres : deux des couches supérieures renferment avec des madrépores, des buccins, des calyptrées, des cérithes, des fuseaux, des pétoncles, des porcelaines, des strombes, des tellines, des vénus, etc., mêlés à des fossiles de la craie, tels que des bélemnites, des baculithes, des cranies, des peignes, des thécidées, des trigonies, etc. Au-dessus de cette couche s'en présente une autre dure et compacte, qui renferme une infinité de moules, de coquilles et de madrépores, et plus haut encore une couche friable riche en fossiles et principalement en madrépores; enfin jusqu'au dépôt de transport on ne voit plus que des alternances de sable et d'argile bigarrée.

Au-dessous de cette première masse se présente en saillie une seconde terrasse escarpée et presque à pic d'une craie blanche ou blanchâtre tendre, renfermant des couches horizontales régulières et parallèles plus ou moins rapprochées, de silex d'un noir bleuâtre comme ceux de la craie supérieure, et qui deviennent de plus en plus abondans à mesure que l'on descend vers sa base, c'est-à-dire vers le cours de la Meuse qui baigne la montagne crayeuse. Cette masse n'est pas exploitée et renferme peu de fossiles, si ce n'est des bélemnites, une espèce de térébrature lisse, et quelques débris de poissons et du grand saurien, appelé *mosasaurus*.

Cette courte description de la montagne de Saint-Pierre de Maëstricht confirme ce que nous avons dit de la variété de texture de la craie en général, puisqu'ici, par exemple, la craie blanche, au lieu d'être supérieure au tufau, lui est inférieure.

Entre la Meuse et la Roër, l'étage supérieur présente les trois assises assez distinctement. L'assise inférieure surtout est très-développée, on y reconnaît la craie tufau grisâtre et sablonneuse, composée d'argile glauconieuse, et plus bas de couches marneuses et argileuses appartenant au *gault* des Anglais. La partie inférieure est une marne bleuâtre renfermant quelques ammonites et nautiles.

En continuant à marcher vers le nord et le nord-est, on reconnaît la craie blanche en Danemark; en Suède et en Prusse; dans les environs de Grodno en Lithuanie, la craie blanche est tout à fait identique avec celle des environs de Paris : elle renferme comme celle-ci des lits de silex pyromaques noirs et la bélemnite, appelée *B. mucronatus*. Suivant M. Buckland, le château de Krakovie est bâti sur une masse de craie absolument semblable à celle de Meudon, mais peut-être un peu plus dure : elle est remplie de silex et d'ananchites.

Dans l'Europe méridionale l'étage supérieur de la formation crétacée présente des caractères tous différens de ceux que nous venons d'exposer : en Italie l'assise supérieure, que les Italiens nomment *scaglia*, est un calcaire compacte stratifié, et divisé en lits minces : ordinairement il est blanc, mais quelquefois il est rougeâtre. Au-dessous se présente le *biancone*, calcaire très-compacte et blanc, espèce de marbre grossier, dont les assises puissantes donnent lieu à d'importantes exploitations; enfin l'assise inférieure se compose d'une roche que M. Savi a désignée sous le nom de calcaire ammonitifère, roche ordinairement rougeâtre, alternant inférieurement avec des couches blanchâtres, roche enfin que l'on a pendant long-temps confondue avec le calcaire jurassique.

Il y a des calcaires que l'on comprend aussi sous le nom de *Scaglia*, mais qui, par leur alternance avec des grès verts, appartiennent à l'étage moyen.

Dans le centre du royaume de Pologne, depuis Krasnistaw jusqu'à Chelm, s'étend une zône de craie blanche et tendre, que l'on voit sortir du milieu des collines du dépôt clysmien. Les îlots crayeux qui s'élèvent ainsi dans la Lithuanie et dans les plaines marécageuses de la Prusse orientale et

occidentale, font soupçonner à M. Pusch, que dans le grand-duché de Posen, et dans la plus grande partie de la Pologne, la formation crétacée existe partout sous le sol, et qu'elle n'est cachée que par des argiles, des lignites, des sables et des alluvions. Cette formation si étendue, dit-il, se compose de craie blanche supérieure, de craie verte ou glauconieuse, et de craie marneuse.

La craie blanche supérieure est partout stratifiée, et en général en couches horizontales. Elle est très-riche en fossiles. Elle renferme quelquefois du calcaire plus dur, et une plus grande quantité de silex pyromaques que la craie marneuse.

La craie glauconieuse n'offre rien de particulier ; mais la craie marneuse se présente, en Pologne, sous la forme d'une marne calcaire, tendre, blanche ou gris clair, qui se délite facilement à l'air, et produit, dit M. Pusch, ce sol si productif en froment, qu'on appelle *redzina* dans les pays de Krakovie, de Sandomir et de Lublin. Cette craie se nomme vulgairement *opoka,* en Pologne. Dans plusieurs localités, elle devient sablonneuse, et prend une couleur verdâtre par son mélange avec le silicate de fer.

La craie marneuse alterne avec une craie blanche, dure et compacte, qui renferme peu de silex. Dans certaines localités, elle a plus de 600 pieds d'épaisseur.

Suivant M. Pusch, un dépôt gypseux se lie, en Pologne, à la craie marneuse; il y est accompagné de soufre. Mais les doutes que M. Boué a exprimés plusieurs fois sur la véritable position de ce gypse, qui pourrait être supérieur à la craie, nous font un devoir de ne pas admettre l'assertion de M. Pusch, sans qu'une série suffisante de faits viennent en confirmer la justesse.

Plus on s'approche de l'extrémité orientale de l'Europe ; et plus la craie diffère de celle de l'Europe occidentale : on lui voit prendre, par exemple, une stratification beaucoup plus prononcée que dans le Nord.

Suivant le savant Lill de Lilienbach, en Galicie et en Podolie, l'étage supérieur du terrain se divise en deux assises : la craie tendre et dure et la craie marneuse.

La craie blanche se présente avec différens degrés de dureté ; cependant elle est généralement plus tendre que dure. Elle forme des masses puissantes, bien stratifiées, offrant les diverses nuances du blanc, du jaunâtre et du jaune grisâtre, et renferme des lits de silex pyromaques. Ces silex sont, comme dans la craie du nord de la France, des masses plus ou

moins grosses, et contournées irrégulièrement ; mais quelquefois aussi ils forment des plaquettes.

« La craie marneuse est un ensemble de roches calcaires,
» argileuses ou sableuses, assez compactes, tendres, quelque-
» fois un peu schisteuses, jaunes, grises ou blanchâtres,
» ou grises bleuâtres. Elles renferment des débris de silex,
» des lamelles de mica, et plus de fossiles que la craie pro-
» prement dite [1]. »

Elle est très-régulièrement stratifiée : ses couches n'ont que quelques pouces d'épaisseur et même moins. Celles qui sont grises, se mêlant de sable et de mica, prennent l'aspect d'un grès plus ou moins dur, avec des taches d'oxide rouge de fer, avec quelques fragments arrondis de silex noir ; celles qui sont bleuâtres ont plus de tendance à se diviser en feuillets, et ont peu de fossiles. On trouve dans quelques localités, au milieu de ces couches, une argile qui ressemble beaucoup à la terre à foulon.

A l'extrémité orientale de l'Europe, dans la presqu'île de Krimée, que nous avons explorée dans tous les sens, l'étage supérieur du terrain crétacé se compose d'abord d'une roche calcaire blanche, quelquefois tendre, mais le plus souvent dure, riche en fossiles, et presque dépourvue de silex.

Plus bas, se trouve un calcaire tendre, grisâtre, un peu marneux, riche en gryphées, en grandes huîtres, en *Ostrea vesicularis* et en *Belemnites mucronatus*.

Plus bas encore, la craie marneuse se présente à l'état feuilleté ; ses couches continuent à renfermer un grand nombre de fossiles, ainsi que des silex pyromaques en petits rognons tuberculeux, et plus fréquemment en plaquettes.

Formes du sol de l'étage supérieur. — Les montagnes composées de terrain crétacé sont en général de forme arrondie, et terminées par des plateaux plus ou moins étendus ; mais c'est principalement celles qui appartiennent à l'étage supérieur ou crayeux qui présentent cette disposition. Dans les bassins ou les grandes vallées qu'elles bordent, elles offrent des flancs arrondis qui s'avancent dans la plaine, et qui sont sillonnés par des ravins d'une pente rapide, qui font prendre à une seule montagne l'aspect d'une suite de petites montagnes de forme conique. Mais si l'on

[1] Description du bassin de la Galicie et de la Podolie ; par feu M. Lill de Lilienbach ; traduite de l'allemand par M. A. Boué. Mémoires de la Société géologique de France, tome 1, 1re partie.

s'élève sur leurs flancs quelquefois très-rapides ; lorsqu'on se trouve au sommet on n'aperçoit plus qu'un plateau assez étendu.

Les vallées que forment ces montagnes commencent souvent, comme l'a fait observer M. Rozet, par un cirque, et se terminent par un espace d'une faible largeur, bordé de chaque côté par des flancs assez rapides.

Dans le sol occupé par l'étage crayeux, on remarque souvent, dit encore M. Rozet, de grands bassins ouverts d'un côté, qui paraissent devoir leur existence à la dénudation des matières crayeuses. En Angleterre, le comté de Sussex ; en France, le Boulonnais et la Picardie, en offrent des exemples. Le fond de ces bassins est ordinairement couvert d'une grande quantité de silex pyromaques qui ont l'aspect des dépôts clysmiens, et dans lesquels se trouvent des nodules de fer sulfuré.

Dans la Galicie et la Podolie, l'étage crayeux ne forme que des collines allongées qui s'élèvent entre le cours de quelques rivières.

Au mont Liban, l'étage supérieur qui est représenté par la craie marneuse forme des escarpements très-rapides ; et dans quelques localités, ils sont même presque verticaux. Cette disposition est due à l'action des soulèvemens, et aussi à la solidité de quelques couches qui alternent avec la craie marneuse.

Utilité dans les arts. — Nous avons déjà fait connaître en partie l'emploi de la craie dans certaines branches d'industrie ; nous allons en faire la récapitulation, en complétant ce que nous avons à dire à ce sujet.

On sait que la craie blanche est employée à faire les crayons blancs, et ce qu'on appelle le *blanc d'Espagne ;* qu'elle entre en proportions plus ou moins considérables dans certaines faïences ; qu'on la brûle pour la transformer en chaux vive ; que les silex noirs qu'elle renferme sont employés à faire des pierres à briquets, les silex jaunes des pierres à fusils, les uns et les autres à ferrer les routes ; qu'on l'emploie enfin dans la bâtisse, avec plus ou moins de succès, selon sa dureté : ainsi, en Champagne, où la craie tendre domine, on en fait des murailles et des maisons ; en Normandie, où la craie blanche est plus dure, on en fait de très-bonnes pierres de taille, puisque la belle cathédrale de Rouen en est construite. En Belgique, le tufau et la craie blanche de Maëstricht fournissent, ainsi que nous l'avons dit, d'excellentes pierres de construction. En Touraine, la véritable craie

tufau est employée aussi au même usage : on bâtit avec ses bancs grisâtres et tendres, ainsi qu'avec ceux qui sont blancs et compactes : ceux-ci sont employés aussi pour faire de la chaux, et comme *castine* dans le traitement des minerais de fer. Nous avons dit que la craie micacée est utilisée aussi dans la bâtisse.

Les diverses variétés de craie de l'étage supérieur sont employées encore à l'amendement des terres : c'est pour cette raison que, dans les environs de Mantes et de Rambouillet, la craie blanche et tendre est généralement appelée *marne* par les habitans.

Sous le nom de *tuf*, on emploie en Touraine la craie tufau et la craie micacée, friables au même usage. En Normandie, et spécialement dans les départemens du Calvados et de l'Eure, le marnage à la craie dure 12, 15, 20 ou 25 ans; suivant la nature du sol. Mais dans beaucoup de localités, la craie blanche est préférée pour cet usage à la craie glauconieuse.

Dans quelques localités, on exploite le sulfure de fer que renferme l'étage supérieur pour en extraire le soufre par la distillation. Dans d'autres, comme aux environs de Verneuil, dans le département de l'Eure, à Mousseau et à la Roche-Guyon, dans le département de Seine-et-Oise, la craie blanche se couvre d'efflorescences nitreuses, dont la formation n'a pas encore été expliquée d'une manière satisfaisante, car elle ne s'opère pas seulement dans les cavités qui ont servi d'habitations, elle a lieu aussi à la surface même de la montagne crayeuse. Ces efflorescences sont utilisées par la lixiviation pour en retirer le salpêtre.

Ainsi que l'a fait observer M. Rozet, l'eau pénétrant facilement la craie blanche tendre, la craie glauconieuse et la craie tufau, ne s'arrête que dans les parties argileuses ou marneuses inférieures : il en résulte que le sol formé par ces variétés de craie est généralement sec, et conséquemment peu fertile. C'est à la présence de la craie blanche à la surface du sol, que la partie de la Champagne, qui a reçu le surnom de *pouilleuse*, doit son aridité. Cependant ce sol, naturellement si pauvre, peut encore être utilisé, en le réservant aux plantations d'arbres résineux : c'est ce que prouvent des essais faits avec succès, depuis plusieurs années, dans la partie de la Champagne que nous venons de citer.

Si le pays chartrain, bien que composé de craie blanche tendre et même friable, est remarquable par sa fertilité,

c'est que cette craie ne s'y montre point à la surface du sol, et qu'elle est en général recouverte par une couche d'alluvion plus ou moins épaisse.

La craie glauconieuse, la craie tufau et la craie micacée étant argileuses dans leurs couches inférieures, et conséquemment retenant des eaux pluviales, forment, lorsque ces couches en constituent la surface, un sol ordinairement très-fertile. Il en sort aussi beaucoup de sources, ce qui est un avantage pour l'économie domestique. C'est à la nature de ce sol que la Touraine doit son surnom de *Jardin de la France*.

La craie blanche et tendre n'est cependant pas dépourvue de sources. Il est même à observer qu'en Normandie elles sont remarquables par leur limpidité, qui s'explique par la clarification que subissent les eaux en filtrant à travers ce dépôt calcaire, et quelquefois aussi par leur abondance. Il n'est pas rare d'en voir sortir des ruisseaux assez considérables pour faire tourner des moulins à peu de distance de leur point de départ : telles sont les rivières d'Orbec, de Bernay, de la Calone, etc.

ÉTAGE MOYEN,

ou *marneux et arénacé.*

Comprenant :
- L'*Inferior greensand*, ou *Lower greensand*, ou *Shanklindsand* des Anglais;
- Le *Grüner sandstein* de M. A. Boué;
- Le *Bunter alpen sandstein*, ou grès bigarré alpin, de M. Ultinger, et une partie du *Quader sandstein* des Allemands;
- Le grès et les sables verts ferrugineux;
- Le *Tourtia* des mineurs des environs de Valenciennes;
- Le grès des Karpathes.

Au-dessous de l'étage supérieur ou crayeux, le terrain crétacé nous montre un dépôt ordinairement considérable, que son caractère arénacé distingue de la craie la plus friable, la plus glauconieuse. Sa puissance varie entre 30 et 150 mètres; mais c'est principalement en Angleterre qu'il atteint et même qu'il dépasse cette dernière épaisseur.

Cet étage se confond dans sa partie supérieure, soit avec la craie tufau, soit avec la craie glauconieuse, selon que l'une ou l'autre de ces deux variétés lui sont superposées.

Grès vert. — C'est sous le nom de grès vert que les géologistes français comprennent les différentes nuances de

l'étage arénacé; ce nom est emprunté aux Anglais : il est synonyme de leur *Greensand*, nom que les Français emploient même souvent. Mais, sous cette dénomination, ils ne comprennent que l'*inferior* ou le *lower greensand* des Anglais, parce que ceux-ci donnent le nom de *superior* ou *upper greensand* à la craie glauconieuse que nous comprenons dans l'étage supérieur ou crayeux.

Ce qui prouve, comme nous l'avons déjà fait observer, combien le terrain crétacé varie suivant les pays et les localités, c'est la division adoptée en Angleterre, où l'étage moyen se partage en trois assises, dont la supérieure, appelée *upper greensand*, parce qu'elle est ordinairement, comme l'inférieure, colorée en vert, porte aussi le nom de *malm*, qui est spécialement celui d'une variété de macigno, qui en est la roche la plus remarquable. Cette roche étant recherchée pour les constructions qui doivent résister au feu, a fait donner à l'assise à laquelle elle appartient le nom de *Firestone*. Elle passe au grès, au sable glauconieux, au tufau et à la craie marneuse, qui se lient intimement et par degrés à la craie blanche.

L'assise moyenne, en Angleterre, se compose de ces couches argileuses dont nous avons déjà parlé, et que les Anglais nomment *gault* ou *galt*.

Enfin l'assise inférieure est le *lower greensand* ou le *shandklindsand*, que nous prenons pour point de départ de l'étage moyen du terrain supercrétacé.

Quelques géologistes français comprennent dans le groupe que nous décrivons les marnes bleuâtres et grisâtres, que les Anglais nomment *gault* [1], et que nous réunissons au groupe crayeux parce que le passage de la craie tufau à ces marnes est presque insensible, tandis que la limite est plus tranchée entre ces mêmes marnes et le grès vert.

Quoi qu'il en soit, c'est au-dessous de ces marnes (gault) que se trouve le *grès vert*. Ce dépôt, que l'on pourrait appeler dans beaucoup de localités *sable et grès glauconieux*, consiste, dans le nord de la France, en une roche argilo-arénacée, parsemée de grains de *glauconie*. Le grès vert est souvent un sable friable, quelquefois il est agglutiné assez fortement pour former un grès solide. Dans beaucoup de localités il se présente en alternances de couches de sables et de grès.

[1] M. Amédée Burat, dans sa Continuation du *Traité de géognosie* de M. d'Aubuisson de Voisins, tom. II, pag. 487.



Lorsque l'oxide de fer domine dans ces sables et ces grès, leur couleur passe du vert au rouge plus ou moins intense : on leur donne alors le nom de *grès ferrugineux*. Celui-ci est ordinairement dans la partie supérieure, et le *vert* dans l'inférieure, où il passe ordinairement à une roche argileuse moins arénacée.

Nous devons faire remarquer ici qu'il faut avoir soin de ne pas confondre le grès ferrugineux de l'étage moyen avec celui de l'étage inférieur.

Aux environs de Boulogne-sur-Mer le terrain crétacé présente ; suivant M. Garnier, les deux étages suivans :

Étage supérieur.	Craie blanche. Craie tufacée et chloritée.
Étage moyen.	Grès calcaire, passant du gris jaunâtre au gris bleuâtre. Argile grise coquillère, alternant avec du calcaire gris, avec ou sans coquilles. Agglomérat très-dur de grains de sable, de calcaire gris et de grains de chlorite. (C'est cette couche inférieure qui passe souvent à un grès ferrugineux.)

A Tilgate, en Angleterre, l'étage moyen comprend le grès vert et le grès ferrugineux ; mais celui-ci y occupe la partie inférieure, comme le prouve la coupe suivante, d'après M. Buckland :

Étage supérieur.	Craie avec silex, et sans silex à sa partie inférieure. Craie tufacée.
	Marne argileuse bleuâtre analogue à celle du Havre. Sable vert, ou glauconie crayeuse. Argile renfermant des lits de calcaire, appelé *marbre de Sussex*. Sable ferrugineux.

Dans le sud-ouest de l'Angleterre, le grès vert se compose, dans sa partie supérieure, d'un sable verdâtre et de grès d'un jaune brunâtre, avec ou sans veines de rognons siliceux, appelé *chert* par les Anglais ; sa partie moyenne est un sable d'un brun jaunâtre, et sa partie inférieure est argilo-arénacée, renfermant beaucoup de grains de glauconie. C'est cette partie qui est la plus riche en corps organisés ; la moyenne en contient peu, et dans la supérieure ils sont le plus souvent fracturés [1].

[1] *Manuel géologique* de H. de La Bèche.

Le grès vert est riche en sulfure de fer plus qu'en toute autre espèce de minerai; les pyrites y sont disséminées en noyaux épars; l'hydrate et le phosphate de fer s'y présentent aussi en noyaux; on y trouve enfin du phosphate de chaux ou de l'apatite. MM. Voltz et Thirria, savans ingénieurs des mines, placent dans le grès vert; le premier, quelques gîtes de minerai de fer pisiforme des départemens des Haut et Bas-Rhin; le second, un semblable minerai du département de la Haute-Saône.

Les corps organisés du grès vert sont en grande partie les mêmes que ceux du groupe crétacé : on y trouve des restes de poissons, des dents de *Squales*, des débris de *Tortues* et de grands sauriens, tels que le *Geosaurus*, le *Plesiosaurus* et le *Mosasaurus*. Parmi les mollusques, le *Peigne à cinq côtes* (*Picten quinquecostatus*) y est très-répandu, et deux espèces de *Trigonie* semblent le caractériser : en Angleterre la *Trigonia alæformis*, et en France la *Trigonia scabra*. Des traces et des restes de végétaux sont assez fréquens dans les couches de grès vert : ils appartiennent à des *Fougères*, à des *Cycadées* et à des *Fucoïdes*.

Le grès vert renferme aussi, principalement dans ses parties inférieures, des lignites charbonneux.

L'une des localités les plus importantes où se montrent ces lignites est l'île d'Aix, vis-à-vis de Rochefort.

Au milieu d'un dépôt composé de grès vert, qui se présente ici coloré par l'oxide de fer, de marne argileuse, et de silex cornés qui se sont moulés sur différens corps organisés; on remarque non pas des couches homogènes et continues, mais un amas confus de troncs d'arbres, de tiges et de rameaux, parmi lesquels se trouvent des druses de quarz hyalin, traversant des morceaux de lignite dans toutes sortes de directions, des infiltrations calcédonieuses, qui remplissent les cavités du lignite, enfin une grande quantité de sulfure de fer en nodules, en petits amas, ou en cristaux. Le lignite y offre la texture fibreuse, et ne paraît être formé que de tiges de plantes dicotylédones; on ne signale aucun fragment qui paraisse avoir appartenu à des arbres de la famille des palmiers, ni à aucune autre plante monocotylédone. On y trouve mêlés à de gros troncs d'arbres silicifiés, des nodules de résine succinique quelquefois gros comme la tête, d'autres fois moins volumineux, bruns, jaunes bruns ou jaunes orangés, mais toujours tendres et friables, disséminés au milieu des lignites, principalement dans le lignite tourbeux et dans

les couches sableuses ou marneuses qui l'accompagnent. Cette résine, qui exhale en brûlant une odeur agréable n'a offert à l'analyse, qu'en a faite M. Berthier, que de faibles traces d'acide succinique : ce qui la distingue suffisamment de celle des lignites des environs de Laon et de Soissons, d'Auteuil près de Paris, et des bords méridionaux de la Baltique.

On trouve aussi dans le lignite des débris de végétaux noirs qu'il est impossible de ne pas reconnaître pour des *Fucus* Les restes d'animaux appartiennent à des mollusques à des zoophytes, et probablement à des reptiles et à des poissons.

Parmi les mollusques on distingue une *Turbinolia*, le *Sphærulites bellævisus*, la *Caprina opposita*, et le *Pecten quinquecostatus*, tous d'une taille presque gigantesque; le *Nautilus triangularis*, la *Gryphæa aquila*, la *Gryphæa columba* et le *Spatangus cor-anguinum.* Presque tous ces fossiles sont convertis en silex corné ou en calcédoine.

M. Bertrand-Geslin a signalé dans l'île de Noirmoutier, comme appartenant à l'étage du grès vert, et comme étant même la continuation de celui que l'on remarque dans l'île d'Aix, un quarzite plus ou moins compacte, gris, ou rougeâtre, avec ciment pulvérulent blanc; un grès quarzeux blanc, ayant l'aspect du grès de Fontainebleau, et placé au-dessous du quarzite; enfin, un sable ferrugineux, contenant des gryphées colombes, des orbicules siliceux, des nummulites, des baguettes d'oursins et des madrépores, qui forme la partie inférieure du grès vert de Noirmoutier. Le quarzite acquiert dans certaines localités une puissance de 45 à 50 pieds. Le sable ferrugineux en a une de 12 à 15 pieds au-dessus des hautes marées[1].

Les environs de Beauvais, que nous avons eu occasion de visiter lorsque la société géologique fit en 1831 sa première excursion, présentent le groupe arénacé avec assez de développements pour pouvoir y être étudié. Il se compose de sable, d'argile, de grès ferrugineux, et de grès vert proprement dit.

Sur les hauteurs qui dominent un village appelé *Saint-Germain-de-la-Poterie*, on remarque un vaste dépôt de

[1] Notice géologique sur l'île de Noirmoutier, par M. Bertrand-Geslin. — Mémoires de la Société géologique de France, tome I, 2e partie.



minerai de fer oolithique, qui appartient à l'assise des sables ferrugineux, et qui forme ici la partie supérieure du grès vert. Son épaisseur est d'environ 2 mètres. Il est placé à 164 mètres au-dessus du niveau de l'Océan, et est au milieu de sables rubannés jaunes. A Rainvillers, il repose sur des argiles pétries de coquilles marines. A Goincourt, ces argiles, fortement imprégnées de sulfure et de sulfate de fer, renferment des lignites charbonneux.

Entre Goincourt et Saint-Paul, dans une localité appelée *la Sablonnière de Saint-Paul*, on remarque de grands escarpemens, qui présentent dans la partie supérieure des couches argileuses contenant des lits d'argiles ferrugineuses d'un jaune rougeâtre, remplies de fer oolithique et de coquilles marines, telles que des *Nucules* et la *Trigonia alæformis*.

Ces argiles reposent sur des grès jaunâtres, rougeâtres et grisâtres, à impressions végétales, qui paraissent appartenir toutes à des monocotylédones : on y distingue des fougères ; ce sont le *Pecopteris reticulata* de M. Mantell, ou le *Lonchopteris* de M. Ad. Brongniart.

A La Fresnoy, le grès ferrugineux renferme des grains de quarz plus ou moins gros, et est rempli d'impressions végétales et de lignites.

A Saviguies, on exploite, pour la fabrication des poteries qui occupe toute la population de ce village, une argile bleuâtre, remplie de moules de coquilles marines, appartenant aux genres *Corbule* et *Nucule*. Cette argile, plastique par ses qualités, renferme des morceaux ovoïdes de phosphate de fer. Elle repose sur des grès.

Ces grès se montrent avant que l'on ne soit monté jusqu'à Hauvoile ; ils sont ferrugineux, et paraissent renfermer des empreintes végétales. Ils reposent sur des grès verts calcarifères coquillers, qui forment ici l'assise la plus inférieure du grès vert.

Aux environs d'Hanvoile et de Courcelles, on trouve une lumachelle qui alterne avec des marnes et des argiles grises et bleuâtres, et qui renferme de petites huîtres, ou peut-être des anomies (Pl. 21, fig. 6).

A Saint-Martin-le-Nœud, on voit au-dessous du groupe crayeux un sable vert chloriteux friable, qui est supérieur au grès ferrugineux.

Dans le Cotentin, l'étage moyen a, comme l'étage supérieur, des caractères particuliers. Il est représenté par des alternances, d'un grès micacé gris, un peu glauconieux,

mêlé de calcédoine, et d'un sable argilo-quarzeux verdâtre. Les couches du grès contiennent, suivant M. de Caumont, quelques fossiles de la craie à Baculithes, surtout des Orbitolithes. L'épaisseur de cette roche n'a jamais moins de 40 pieds, dans le département du Calvados.

Dans la France septentrionale, et particulièrement aux environs de Valenciennes, l'étage moyen est représenté par une variété de Gompholite, formée d'une pâte composée de sable, d'argile, de calcaire et de limonite, et d'une grande quantité de cailloux arrondis de quarz et de silex. C'est cette roche que les mineurs nomment *tourtia*. Elle recouvre immédiatement, et en stratification discordante, le terrain houiller.

En quittant la France et se dirigeant vers le nord-est, on remarque aux environs d'Aix-la-Chapelle un grès placé sous le *Gault*, dont nous avons déjà parlé en décrivant l'étage supérieur qui s'étend entre la Meuse et la Roer. Ce grès, que l'on exploite à Gemmenich et à Roschhausen, a été désigné par M. d'Omalius d'Halloy, sous le nom de cette dernière localité. Il représente le grès vert, et se lie à un groupe de couches, dont les supérieures sont composées de sable glauconieux, les moyennes de sable sans glauconie, et les inférieures de grès blanc, qui est proprement le grès de Roschhausen. M. Dumont cite, parmi les fossiles de cette localité, une Baculithe, un Sabot, une Turritelle, une Dentale, le *Belemnites quadratus*, plusieurs huîtres, notamment l'*Ostrea semiplana*, et l'*O. macroptera*, le *Pecten quinquecostatus*, un Pétoncle, une Isocarde, des Cames, etc.

ÉTAGE MOYEN DANS LE MIDI DE LA FRANCE.

Dans le midi de la France, le terrain crétacé, d'après les observations de M. Dufrénoy, se compose principalement de l'étage que nous appelons *moyen* ou *arénacé*, c'est-à-dire du *grès vert*. Aux environs de Rochefort, cet étage est représenté par un grès calcaire schisteux et micacé, d'une couleur gris pâle, légèrement verdâtre, reposant sur un grès ferrugineux et calcaire, en partie solide et en partie friable; enfin, par des argiles schisteuses, contenant beaucoup de petits cristaux de gypse, et passant à des schistes argileux légèrement micacés.

Dans les grès calcaires schisteux, on remarque des empreintes du *fucus canaliculatus*; et dans le grès ferrugineux, la *Gryphæa secunda*, des fragmens d'Ichthyo-sarcolite, des Phasianelles et des Melonies. Dans des

argiles du même étage, on exploite à Saint-Froult du gypse à texture fibreuse, lamellaire et saccharoïde.

Entre Saint-Jean-d'Angely et Jonsac, on observe aussi un grès vert schisteux reposant sur un grès ferrugineux.

Dans les environs de Périgueux, le grès vert forme, sur les bords de l'Ill, des escarpemens élevés; les couches inférieures, qui fournissent de belles pierres de taille, contiennent, dit M. Dufrénoy, beaucoup de paillettes de mica: on y voit très-peu de fossiles et de silex; il y existe seulement quelques *cherts* qui se fondent dans la roche, et s'en distinguent par une teinte grise plus foncée. Dans ce cas, cette roche représente très-exactement, par ses caractères extérieurs, le *Firestone* des Anglais, placé à peu près à cette hauteur du terrain de craie.

Les collines qui environnent Saint-Cyr-de-Gourdon sont composées de grès vert plus ou moins calcaire, qui devient marneux dans sa partie inférieure; les couches qui lui succèdent sont plus terreuses, et contiennent une grande quantité de petites tiges de coraux, de diverses térébratules, et d'autres coquilles bivalves. Le tout est recouvert par un calcaire marneux contenant du silex.

Sur d'autres points des mêmes collines, le grès vert, associé à des marnes schisteuses micacées, et à des grès ferrugineux, repose sur un sable siliceux, micacé, d'où l'on voit saillir, de distance en distance, des roches de grès calcarifère, contenant une grande quantité de débris de coquilles, et surtout de petits Polypiers ou Flustres. Près de Saint-Cyr, les parties solides contiennent, dit M. Dufrénoy, une énorme quantité d'Hippurites à l'état spathique, de Polypiers, et de corps qui paraissent être des éponges et des alcyons.

Les couches supérieures du grès constituent suivant M. Dufrénoy, un plateau assez étendu, sur lequel s'élèvent les montagnes de Montaigu qui forment une des deux enceintes qui entourent à l'ouest la ville de Pont-Saint-Esprit. Immédiatement au-dessus du grès, s'étend une couche d'argile noire très-bitumineuse, contenant beaucoup d'huîtres de grande dimension, et des traces de lignites: M. Dufrénoy la regarde comme contemporaine du grès vert. Cette argile est recouverte par des couches de grès et de calcaire à la fois compacte et marneux, où l'on remarque une petite couche de 3 à 4 pouces d'épaisseur, entièrement composée de la *Gryphœa vesiculosa*.

L'étage moyen du terrain crétacé, qui s'appuie sur le ver-

sant septentrional des Pyrénées, présente, suivant M. Dufrénoy, dans la chaîne des Corbières, des caractères analogues à ceux que nous venons d'exposer pour les autres parties du midi de la France.

Cette chaîne est composée, aux environs du bourg de Monze, 1° de couches de grès calcaires marneux, en général assez fortement colorés en rouge; ils alternent avec des calcaires compactes.

2° Plus bas d'une couche fort épaisse de marne remarquable par la grande quantité d'huîtres qu'elle contient et par le mélange de coquilles de la craie avec certains fossiles qui paraissent d'une époque plus récente que le terrain crétacé : ainsi on y trouve avec des gryphées particulières, des nummulites, des cérithes et des miliolithes.

3° De couches de grès calcaire schisteux à grains fins et un peu micacé, composé de petits fragmens calcaires liés par un ciment, en couches quelquefois épaisses, qui alternent un grand nombre de fois avec des couches de marnes plus ou moins solides, plus ou moins schisteuses, qui contiennent du lignite que l'on exploite à Pradelle, aux environs de Monze.

4° D'un calcaire noir marneux, en couches assez épaisses, mais facile à se déliter et à se décomposer.

5° D'un calcaire compacte esquilleux, gris clair, se délitant par plaques, et contenant des térébratules, des huîtres, des fragmens d'oursins et des nummulites.

Près d'Alet et des bains de Montferrand, dans une autre partie des Corbières, on remarque au-dessous des marnes noires avec nummulites et miliolithes, et du calcaire compacte gris clair à miliolithes et à térébratules, des couches marneuses qui forment la partie supérieure des collines autour des bains de Monferrand. Ces couches renferment de nombreuses *hippurites*, qui forment à elles seules un banc de plusieurs pieds de puissance. Elles sont associées, dit M. Dufrénoy, à des *cyclolithes* et à des *polypiers*. Il y a recueilli la *gryphæa aquila*, et le *pecten quinque costatus*, ainsi que des *miliolithes* et des *melonies*. Près d'Alet on voit intercallé dans ces marnes un poudingue à noyaux de calcaire compacte de la craie : ce qui engage M. Dufrénoy à considérer ces poudingues et les marnes comme appartenant à l'étage supérieur du terrain crétacé. C'est donc au-dessous de ces couches que se présente l'étage du grès vert.

Ce étage se compose d'un grès schisteux très-micacé, dans lequel M. Dufrénoy n'a pas remarqué de fossiles, mais seulement à sa surface des ramifications saillantes que leur irrégularité ne permet pas, dit-il, de regarder comme des corps organisés.

Près du pic de Bugarach, ce grès est tantôt schisteux et

micacé, et tantôt entièrement composé de grains siliceux, souvent peu adhérent et cependant quelquefois très-solide. Il renferme peu de fossiles, à l'exception de quelques empreintes végétales. Il contient aussi de petites couches minces de lignites à l'etat de jayet, qu'on a exploité longtemps pour la fabrication des bijoux de jais.

Aux environs d'Alet, le grès siliceux est coloré en gris bleuâtre par du charbon et du bitume. Il renferme des tiges d'alcyons et de nombreuses traces d'empreintes végétales.

Entre le bourg de Salies et Marsoulas on voit, au-dessous du calcaire compacte qui alterne avec des marnes, 1° d'autres marnes imparfaitement schisteuses, renfermant les mêmes fossiles que le grès vert.

2° Des grès très-marneux contenant beaucoup de points verts et pouvant avoir 40 pieds de puissance. Ce grès renferme des bucardes, des cucullées, des peignes, des térébratules, des arches, des nucules, des cydarites, des spatangues, des phasianelles, des pleurotomaires, des alcyons, des miliolithes et des mélonies.

3° Des marnes d'un gris blanchâtre formant des couches imparfaitement schisteuses et peu épaisses. Elles contiennent quelques tiges d'alcyons et des moules de spatangues.

4° Un calcaire bleuâtre bitumineux, contenant quelques miliolithes.

5° Enfin un calcaire marneux, mal stratifié, renfermant des nodules irréguliers.

Dans les environs d'Orthez, entre Orion et Orieule, on voit que le grès schisteux micacé alterne avec des couches de marnes à fucus et à nummulites. Voici, d'après M. Dufrénoy, la coupe des carrières de calcaires exploitées au bas du village d'Orieule.

1° Grès friable à grains assez fins qui se décompose en un sable plus ou moins coloré en jaune par l'oxide de fer. Il forme toutes les hauteurs et recouvre des espaces d'une grande étendue.

2° Grès argileux, peu solide, micacé et imparfaitement schisteux, contenant quelques nummulites et des fucus.

3° Calcaire compacte dur, contenant des parties spathiques, et renfermant aussi quelques nummulites et fucus.

4° Calcaire schisteux avec empreintes de fucus.

5° Grès schisteux, argileux et micacé, se délitant facilement.

6° Marnes compactes passant à des calcaires marneux et renfermant des empreintes de fucus.

7° Calcaire dur, blanc, jaunâtre, spathique, contenant des coraux. Il a une centaine de pieds d'épaisseur.

8° Marnes, les unes schisteuses et les autres solides, associées à des couches minces de grès schisteux micacé, à empreintes végétales.

9° Calcaire compacte blanc, peu solide.

10° Grès siliceux jaunâtre, à ciment argileux peu adhérent, ayant l'apparence d'un grès fort moderne, et offrant une puissance de plus de 250 pieds.

11° Calcaire offrant deux variétés différentes : l'un marneux, mais très-solide, l'autre très-dur, et en partie lamelleux, mais contenant des grains siliceux qui le font passer à l'état de grès. La variété marneuse est légèrement colorée en rose par parties et renferme des tiges cylindriques d'alcyons. La variété lamelleuse contient des coquilles et des pointes d'oursins. Ces deux variétés alternent à trois reprises. Ce sont les couches marneuses qui sont principalement exploitées. Leur puissance est d'environ 12 pieds.

Nous pourrions multiplier les citations relatives au terrain crétacé du midi de la France ; mais nous pensons que les exemples que nous venons de donner sont plus que suffisans pour le faire connaître [1].

Toutefois nous ajouterons que dans les Pyrénées françaises et espagnoles, le terrain crétacé présente en général les mêmes caractères que dans la France méridionale. Parmi les localités que M. Dufrénoy a visitées et décrites, nous citerons comme un exemple suffisant le cirque de Gavarnie, dont la succession des couches est facile à étudier, et dont les contournemens, présentant des plis et replis dans tous les sens, affectent cependant une direction générale de 20 à 25 degrés vers le sud, et 15 à 18 vers l'est.

La roche la plus supérieure de celles que nous signalerons comme les principales, est un calcaire compacte blanc jaunâtre, semblable à celui du Jura, et formant le mur vertical dans lequel est pratiqué, dit M. Dufrénoy, la fente à pic, connue sous le nom de Brèche-de-Roland. Ce calcaire est très-esquilleux et très-cristallin, et ne contient point de fossiles. Il alterne à plusieurs reprises avec les autres roches.

Parmi celles-ci, nous citerons un grès composé de grains de quarz liés par un ciment de calcaire compacte esquilleux. Il est semblable à certains grès des Alpes.

Un calcaire compacte noir alterne un grand nombre de fois avec un calcaire schisteux ; mais celui-ci ne forme que des couches peu épaisses, tandis que le calcaire compacte est en couches fort puissantes. Celui-ci est en général très-

[1] Mémoires sur les caractères particuliers que présente le terrain de craie dans le sud de la France, et principalement sur les pentes des Pyrénées, par M. Dufrénoy.

bitumineux ; il est traversé de petits filons spathiques blancs, parallèles les uns aux autres. Une grande quantité de silex noirs y sont disséminés sous forme de veines ou sous celle de rognons irréguliers, dont quelques-uns paraissent remplacer des alcyons et des polypiers : parmi ces derniers, il en est un grand nombre qui ont été reconnus par Ramond comme étant semblables à ceux de la craie de l'Artois.

On trouve dans ce calcaire et dans le calcaire schisteux une grande quantité d'autres fossiles, tels que des huîtres, des gryphées, des térébratules, des oursins, des nummulites, des coraux, etc.

Ces quatre espèces de roches alternent un grand nombre de fois, et sans aucun ordre constant, dit M. Dufrénoy ; cependant le calcaire schisteux paraît former la partie inférieure de ce système de couches, bien qu'il se retrouve à différentes hauteurs.

Outre les roches dont nous avons rappelé les principaux caractères, M. Dufrénoy signale, dans les Corbières et sur le versant espagnol des Pyrénées, des couches nombreuses d'un poudingue, dans lequel les galets sont formés de calcaire ou de grès du terrain crétacé. Les fossiles des couches qui recouvrent ou supportent ces poudingues sont absolument les mêmes. Sans pouvoir assigner d'une manière précise la place de ce poudingue dans les différens étages du terrain crétacé, M. Dufrénoy pense que si l'on divise ce terrain en deux étages, le poudingue calcaire et les couches qui le surmontent appartiendront à l'étage supérieur. Il pourrait, en effet, être placé dans notre étage supérieur ou crayeux.

Non loin des frontières orientales de la France, à la perte du Rhône, près de Bellegarde, localité depuis long-temps célèbre pour la géologie, se présentent des couches que M. Brongniart a le premier rapportées au grès vert. Elles se composent de calcaire marneux et d'argile sableuse mêlée de grains verts, et sont superposées à un calcaire jaunâtre, souvent nuancé ou veiné, comme le dit M. Al. Brongniart, de parties argilo-ferrugineuses, et composées d'un amas immense d'*orbitolites*. Les couches marneuses et sableuses renferment un grand nombre de fossiles, qui tous appartiennent au gris-vert ; et M. Al. Brongniart compare au *sable ferrugineux* le calcaire inférieur à *orbitolites* : il est en effet tellement ferrugineux, que De Saussure le désigne comme une *vraie mine de fer*.

ÉTAGE MOYEN DANS LES APENNINS ET DANS LES ALPES.

En Italie l'étage moyen du terrain crétacé est extrêmement marneux, souvent même il présente des espèces de marnes irisées avec des couches de grès marneux.

Dans les Alpes et dans les Apennins, ce sont des calcaires gris et des marnes noirâtres, quelquefois des agglomérats et des brèches, enfin des schistes et des calcaires avec des fossiles qui rappellent ceux de certaines parties du terrain jurassique, tels que des *Bélemnites*, des *Ammonites*, des *Pentacrinites*, des *Térébratules*, comme dans les environs de la Spezzia, de Carrare et d'autres localités de l'Italie, et le Simmenthal dans les Alpes. « Les uns, dit M. Boué, veulent y voir des équivalens des oolites moyennes ou même inférieures, et les autres des masses parallèles à quelques divisions supérieures du système jurassique, telle que l'argile de Kimmeridge; ce qui paraîtrait plus probable, du moins pour les roches des Alpes. »

Ces caractères ne paraissent-ils pas analogues à ceux que présente l'étage moyen du terrain crétacé du midi de la France?

Dans la chaîne du Buet, près de Servos en Savoie, le grès vert est représenté par un calcaire compacte noir, assez dur, et souvent sublamellaire, extrêmement chargé de grains verts, qui paraissent être de la glauconie, et par un calcaire grenu, sableux et micacé, d'un gris blanchâtre, renfermant des débris indéterminables de coquilles, parmi lesquels on reconnaît des Turrilites, des Inocérames, etc. Ces roches sont placées sur le sommet de la montagne des Fis, que nous avons visitée. Nous y avons trouvé un grand nombre de moules de Nautiles, d'Ampullaires, d'Ammonites, de Hammites, etc.; mais MM. Brongniart et Deluc y ont reconnu plusieurs autres fossiles dont nous donnerons la liste ci-après.

A l'entrée du Valais, les calcaires noirs qui couronnent les montagnes qui bordent la rive gauche du Rhône appartiennent aussi au terrain crétacé, et paraissent devoir faire partie de l'étage moyen.

A Entrevernes, en Savoie, il existe, à 1060 mètres au-dessus du niveau de l'océan, un gîte de houille que M. Elie de Beaumont rapporte au terrain crétacé, et qui, bien que supérieur au grès vert de la montagne des Fis, nous paraît appartenir au même étage. Il est intercallé dans les couches d'un calcaire argilo-sableux, contenant des Nummulites.

Cette houille est accompagnée de calcaire argileux gris bleuâtre et de calcaire bitumineux brun, traversé de veines spathiques, et renfermant des coquilles bivales que l'on croit être des Mulettes, et des univalves que l'on rapporte aux genres Planorbe, Hélice et Cérithe.

Dans les Alpes bernoises, M. Studer rapporte à l'étage du grès vert un ensemble de couches, appelé *flysch* par les Suisses, nom que le savant géologiste de Berne a introduit dans le langage scientifique. Cet ensemble se compose de plusieurs alternats de calschistes noirs ou gris, plus ou moins calcaires et marneux, et de macignos tenaces ordinairement d'un gris foncé, presque compactes, dont les couches ont une surface inégale enduite de marne. « Ces macignos, dit M. d'Omalius d'Halloy, passent quelquefois à un gompholite, dont les noyaux présentent souvent du calcaire et du schiste; ils offrent aussi des passages à un quarz compacte, noirâtre, mélangé de calcaire, et à un calcaire argileux, compacte, gris foncé. On y voit en outre des calcaires veinés qui pourraient être travaillés comme marbres, des calcaires brèches, des silex cornés d'un gris brun ou vert, en couches ou en rognons. » Ce flysch a été soulevé à une très-grande hauteur dans certaines localités : ainsi, au Fluhberg, dans le chaînon du Stockhorn, il s'élève à plus de 2,000 mètres. Dans la vallée des Alpes, appelée Simmenthal, on remarque aisément les couches qui appartiennent au flysch : elles se composent principalement de schistes marneux et arénacés contenant des Fucoïdes.

M. Maraschini a observé dans le Vicentin un grès marneux rougeâtre, qui paraît se rapporter au *grès vert* et qui forme des dépôts peu considérables. On rapporte aussi au même étage un dépôt assez puissant des Apennins de la Toscane et de la Ligurie, et qui se compose principalement de macignos, de marnes, de calcaires et de schistes. Les macignos y sont souvent bigarrés de gris jaunâtre, de gris verdâtre et de gris bleuâtre; ces roches, presque toujours mélangées de mica, passent dans les couches supérieures au calschistes, au calcaire compacte et à la marne; tandis que dans les inférieures elles passent au psammite, au schiste argileux et au jaspe. Plusieurs de ces différentes variétés de roches fournissent d'excellentes pierres de taille. Les fossiles sont rares dans ce dépôt : ce sont en général des empreintes de Fucoïdes, des Caryophyllies, des Térébratules, des Huîtres, des Peignes, des Tellines, des Avicules et des Corbules.

Ce que nous venons de dire du midi de la France, des Pyrénées, de l'Italie, de la Savoie et d'une partie des Alpes, nous a déjà fait connaître les caractères généraux de l'étage moyen du terrain crétacé; nous compléterons sa description en le suivant dans l'Europe méridionale et dans l'Europe orientale.

ÉTAGE MOYEN EN MORÉE.

Dans la Morée, où le terrain crétacé a été si bien étudié par MM. Virlet et Boblaye, cet étage a pris un grand développement et présente un caractère tout particulier.

L'étage supérieur ne s'y présente point, à moins qu'on ne classe dans cet étage un calcaire blanc compacte, que l'on peut comparer à la *Scaglia* des Italiens, mais qui est associé au grès vert.

Notre étage moyen en Morée se divise naturellement en deux assises.

Assise supérieure. — En procédant de haut en bas, on remarque en Morée un ensemble de couches comprenant, dans la Messénie, du calcaire blanc compacte, reposant sur de nombreuses alternances d'argiles, de marnes, de calcaires marneux et de grès vert, auxquelles succèdent des poudingues de plus de 500 mètres de puissance.

Les calcaires blancs, tantôt compactes, tantôt à lamelles brillantes, et à cassure esquilleuse, parfois un peu conchoïdale, ne renferment point de silex; ils passent, suivant M. Virlet, à des calcaires à teintes brunâtres, qui sont souvent traversés par de petits filets noirs. Leur grande fétidité, comme leur couleur brunâtre, sont dues au mélange d'une certaine quantité de bitume. Ils renferment très-peu de corps organisés : toutefois on y remarque des madrépores et des hippurites, comme à Modon, et des tiges d'alcyons, ainsi que des nummulites, comme à Pilos et à Sphactérie. Souvent ils renferment des Pisolithes, qui leur donnent l'aspect de certains calcaires oolithiques. Leurs bancs sont fort épais, et quelquefois, comme à San-Nicolo; près Navarin, ils forment des escarpemens de 200 à 300 mètres de hauteur au-dessus du sol argileux et arénacé.

Les calcaires marneux sont grisâtres, puis jaunâtres terreux. Les dépôts qu'ils forment règnent dans la partie occidentale de la plaine de Modon. On les retrouve en Argolide à la base des monts Arachnées.

Plus bas se présente un grand ensemble de grès, de marnes argileuses et d'argiles schisteuses. Ces argiles sont verdâtres ou jaunâtres, mais ordinairement d'un bleu d'ardoise; elles passent à un schiste légèrement micacé. Elles forment une multitude d'assises plus ou moins épaisses, séparées toutes par des couches de grès micacé, à grains très-fins, dont l'épaisseur ne dépasse pas un pouce. Dans cet ensemble de couches, tantôt ce sont les grès qui dominent et tantôt les argiles et les marnes : on y remarque sur quelques points des couches très-minces de lignite.

Les grès qui succèdent, sont verdâtres ou grisâtres; on observe à leur surface quelques empreintes de végétaux ou des traces de lignite d'une couleur brune. On y trouve aussi une grande quantité de tiges d'alcyons, quelques vertèbres de poissons, des empreintes d'écailles, et une nouvelle espèce de dentale, que M. Deshayes a nommée *Dentalium quadrangulare*. Ces grès sont plus ou moins micacés : ils alternent avec quelques couches minces d'argiles d'un gris verdâtre ou jaunâtre, qui contiennent aussi du mica. Ils sont en bancs de six pouces, à un ou deux pieds d'épaisseur. Ils ne sont pas également développés partout; mais ils forment plusieurs collines qui constituent des falaises à l'est de Modon.

Au-dessous de ces grès paraissent des argiles marneuses, micacées, jaunâtres, verdâtres ou bleuâtres et schisteuses, qui alternent deux ou trois fois avec des poudingues. L'assise d'argiles la plus inférieure renferme quelques petits bancs minces et rares de grès micacés verdâtres, en formant une masse traversée par de nombreux filons de calcaire blanc spathique. Les poudingues sont composés de galets de calcaire ou de silex et de jaspes appartenant aux différentes assises inférieures que nous décrirons bientôt. Ces galets ne dépassent guère la grosseur d'un œuf. Ils sont liés par un ciment vert siliceux, formé de très-petits grains de quarz de couleur variée, mais où le vert domine presque toujours : c'est la pâte du grès vert lui-même. Ces poudingues forment des masses puissantes, dont les bancs irréguliers ont deux ou trois pieds d'épaisseur. Ils ne reposent pas toujours immédiatement sur les argiles; mais dans plusieurs endroits, dit M. Virlet, on trouve d'abord des bancs de grès vert, qui passent ensuite aux poudingues. La roche solide qu'ils forment, est employée pour faire les meules qui servent à la fabrication de l'huile.

Les marnes jaunâtres et verdâtres inférieures renferment

quelques couches minces de grès verdâtre à grains fins, un peu micacé, composés de petits fragmens de jaspe de diverses couleurs, liés par un ciment argilo-calcaire assez solide. Ces grès et ces marnes alternent un grand nombre de fois.

Assise inférieure. — Cette assise se compose principalement de calcaires et de grès. Les calcaires occupent la partie supérieure, et présentent un grand nombre de variétés : ce sont des calcaires gris noirâtres, avec quelques rognons aplatis de silex gris clair et rougeâtres, qui alternent avec des calcaires gris de fumée et blanchâtres, sans silex et avec quelques lits de jaspe ; des calcaires compactes jaunâtres et quelquefois rougeâtres, presque lithographiques ; des calcaires compactes ferrugineux rougeâtres, alternant avec des calcaires lithographiques d'une couleur jaune paille, et avec des couches de silex gris et de jaspes rougeâtres ; des calcaires gris noirâtres schisteux et dendritiques, se divisant en plaques qui ont souvent à peine une ou deux lignes d'épaisseur, et alternant avec des calcaires verdâtres, très-compactes, dendritiques, et se divisant en plaques minces ; des calcaires gris, compactes et blanchâtres, en couches minces, renfermant de nombreux bancs de phtanite d'un beau noir ; des calcaires compactes jaunâtres, presque tégulaires, se divisant en dalles assez minces ; des calcaires compactes, gris, jaunâtres et blanchâtres, en bancs assez épais, contenant des rognons sphériques de silex rougeâtre assez rares ; des calcaires argileux, compactes, verdâtres ; des calcaires rouges compactes, renfermant un grand nombre de couches minces de jaspes ; enfin des calcaires marneux et schisteux, rouges et verts, alternant un grand nombre de fois entre eux.

Au-dessous de ces calcaires paraît un ensemble de couches de grès vert que M. Virlet nomme *groupe du grès vert inférieur* ou premier grès *vert* et *jaspe*. Ce grès a en général une teinte assez foncée ; il est tantôt solide et tantôt friable ; il est composé de grains de feldspath ou de jaspes verts qui paraissent, suivant M. Virlet, venir en grande partie de la désaggrégation des roches de porphyre vert antique que M. Boblaye a proposé de nommer prasophyre ; ou bien il paraît n'être quelquefois qu'un conglomérat ophiolitique, à grains fins. Il se lie à des jaspes rouges, bruns et verts, et forme avec eux plusieurs alternances. Quelquefois même ces jaspes acquièrent une puissance si considérable, qu'ils remplacent entièrement le grès vert. Dans plusieurs localités ces jaspes se présentent en rognons sphéroïdaux, plus ou moins volumineux, et presque tou-

jours plus épais que les couches qui les renferment : singulière disposition qu'il est difficile d'expliquer. « En Argolide, où les ophiolithes, dit M. Virlet, sont si répandues, nous avons cru remarquer que cette disposition paraissait plus fréquente, et qu'elle existait surtout quand ces roches avaient pénétré au milieu des jaspes, en sorte qu'on pourrait supposer que la présence des serpentines n'est pas étrangère à cette manière d'être des jaspes. »

Les jaspes et les grès passent des uns aux autres par des argiles très-siliceuses d'un rouge brun, tenant des grès par leur nature arénacée et des jaspes par la couleur, la texture et les formes fragmentaires. Ces argiles sont ordinairement schisteuses ou en couches très-minces, et alternent avec les jaspes en leur servant d'intermédiaire pour passer aux calcaires quand ceux-ci, dit M. Virlet, ne reposent pas immédiatement au-dessus. Elles deviennent alors calcarifères, et passent aux calcaires marneux, violets, schisteux ; enfin elles prennent dans quelques localités, comme les jaspes, un assez grand développement pour former des collines entières.

Tout ce système du grès vert inférieur occupe, selon M. Virlet, presque toujours le fond des vallées, et forme la base des montagnes.

ÉTAGE MOYEN DANS LES ALPES DU SALZBOURG.

Les Alpes présentent en général au géologiste des anomalies dans plus d'un genre : c'est ainsi qu'il existe, près du village de Gosau, dans les Alpes des environs de Salzbourg, un dépôt supérieur, qui, dans ces derniers temps, a été un sujet de discussion parmi les savans qui s'occupent de géologie. Les uns, par le *facies* de plusieurs des fossiles qu'il renferme, le rapportaient au *terrain supercrétacé ;* les autres y voyaient un terrain plus ancien que le *terrain crétacé ;* M. Boué le considéra, au contraire, comme appartenant à l'étage du *grès vert*, opinion qui est maintenant admise sans contradiction. En effet, les fossiles que l'on y trouve ne comprennent point d'espèces identiques à celles du terrain supercrétacé, et les roches qui composent ce dépôt offrent une grande analogie avec celles que nous avons mentionnées dans le grès vert, ainsi qu'on va le voir dans le peu de mots que nous en dirons.

Le bassin de Gosau est environné de hautes montagnes de calcaire jurassique qui lui donnent une forme elliptique.

Le dépôt dont il s'agit ici occupe, des deux côtés de la vallée, une suite de montagnes ou seulement de crêtes, et même quelques parties basses de cette vallée. Sur le côté oriental, il occupe principalement; dit M. Boué, le mont Ressenberg, tandis qu'il forme la plus grande partie des montagnes à l'ouest de la vallée et le pied des crêtes calcaires qui bordent son côté septentrional. Ce dépôt se compose d'un agglomérat grossier, rougeâtre, à fragmens de calcaire alpin, inclinant au sud de 25 à 30 degrés, et renfermant des couches de vingt à trente pieds de grès marneux compacte, grès à parties argileuses, d'un gris noirâtre et à impressions de plantes qui paraissent être terrestres et monocotylédones, ainsi que des grès d'un gris clair à débris de coquilles. Au-dessus il y a dans les agglomérats des grès rougeâtres, à fragmens calcaires, ainsi que des marnes, et l'on y remarque çà et là des fragmens de polypiers, peut-être même des Nummulites, dit M. Boué, et des débris de coquillages. « Toutes ces couches, ajoute-t-il, plongent évidemment au-dessous d'assises puissantes de marne argileuse grise et coquillère, qui sont à la sortie du ravin. Cette dernière roche a une apparence tout-à-fait tertiaire, et ses escarpemens rappelleraient ceux de la marne subapennine, si les roches de Gosau étaient un peu plus tendres, et si l'on n'y voyait pas des nodules et des bancs de calcaire marneux endurci, ou même de marne arénacée. Les fossiles y sont indistinctement dans les parties dures ou tendres; les uns sont simplement calcinés; dans ce cas sont les nombreuses bivalves et univalves, tandis que les polypiers et les hippurites sont pétrifiés. »

Dans les autres ravins on retrouve, plus ou moins, les mêmes roches, à quelques exceptions près. Dans la partie inférieure du Wegscheidgraben, les marnes grises précédentes sont suivies de puissantes couches de marne noirâtre à petits filons spathiques et presque sans fossiles, au moins en apparence.

Le ravin appelé Grasselgraben, situé entre Gosau et Ebenalm, permet de se faire une idée approximative de la partie inférieure des couches. On y observe des alternats de marne grise et rouge, de grès marneux et de calcaire marneux compacte, gris de fumée. Les lits sont horizontaux ou très-faiblement inclinés au sud. Il y a aussi des grès à la surface desquels on remarque, suivant M. Boué, des proéminences qui ressemblent à de gros fucoïdes.

En se dirigeant vers le mont Aslau-Winkel, on ren-

contre à Moosklaus des calcaires marneux gris clair, qui, vu l'horizontalité du dépôt et la différence de niveau des deux stations, sont bien certainement supérieurs aux roches précédentes. « Plus haut on trouve des alternats de marne grise, calcaire ou blanchâtre, ressemblant au *Plænerkalk*, et de grès marneux fin dont on fait des pierres à aiguiser. On remarque dans les marnes des morceaux de grands *catillus*, et des parties brunâtres ou noirâtres qui ont l'air de débris de poissons, et comme dans le *Plænerkalk* il y a des flammes ou taches alongées grises foncées qui ressortent sur le fond clair, et qui pourraient bien provenir dans les deux roches de plantes marines rendues méconnaissables. Plus au sud, et à un niveau encore plus élevé, l'on trouve au pied de la sommité, appelée *Brunnkopf*, des alternats horizontaux de marne grise et de grès compacte assez grossier et gris; enfin, sur cette cime étroite et aplatie, des marnes calcaires rosâtres, rouges et grises, très-faiblement inclinées au sud. »

La cime la plus voisine au sud, est le *Hohekogl* composé des mêmes marnes. Au *Hennerkogl* montagne voisine, on remarque des marnes grisâtres, des grès fins et des agglomérats calcaires fins inclinés faiblement à l'ouest. Les marnes calcarifères y supportent successivement des grès marneux gris, des agglomérats, des calcaires fins à débris de coraux et à nummulites, et des alternats de grès et d'agglomérats semblables.

Le mont Ressenberg est entièrement arénacé; en y montant on y remarque à l'entrée du ravin de *Frauenofgraben* « des alternats de marne rouge et grise, et plus haut un grand système de marnes grises ou grises bleuâtres, inclinant faiblement au sud, et renfermant des bancs de grès marneux. » C'est principalement dans ce lieu qu'ont été trouvés les catilles, les inocérames, les gryphées, les huîtres, les trigonies, les cucullées, les panopées, etc. On voit au milieu de ces roches quelques traces de lignite. M. Partsch y cite une résine fossile.

» Vis-à-vis de l'escarpement coquiller, situé sur la côte sud de la gorge, on trouve au-dessus de ces roches des couches de grès plus ou moins calcaire et endurci.

» Un peu plus haut, et au sud, exactement au-dessus des roches coquillères, sont des carrières très-considérables, où l'on fabrique des pierres à aiguiser. Ces exploitations offrent de bas en haut des alternats de grès marno-calcaire gris, avec de la marne gris brunâtre. Ce sont les

pierres à bâtir, tandis que les pierres à aiguiser sont prises dans une vingtaine de couches de grès marneux, gris à grains plus ou moins fins, et alternant avec de la marne calcaire compacte grise. Chacun de ces lits de grès a un et demi ou même cinq pieds de puissance, et ils renferment des débris nombreux de végétaux peu reconnaissables. » Je n'ai pas cru, dit M Boué, observer de fucoïdes, mais bien des plantes terrestres.

Près du lieu appelé Vordergraben, à environ une demi-lieue des carrières de pierres à aiguiser, on trouve des roches considérables d'une brèche calcaire très-compacte et à pâte blanchâtre ou rosâtre. Les fragmens, fortement cimentés, sont de calcaire jurassique alpin. Cette brèche paraît surmonter un aggloméraț calcaire rouge et un grès grisâtre et rougeâtre. En allant à l'est on la trouve recouverte dans les montagnes de Schwarzkogl par du calcaire marneux gris, du calcaire arénacé rougeâtre, du grès marneux gris à impressions végétales, du grès marneux gris jaunâtre, de la brèche calcaire compacte et rougeâtre, d'un aggloméraț calcaire plus grossier, d'un calcaire arénacé gris, de la brèche calcaire gris clair, de l'aggloméraț à fragmens de calcaire alpin rouge et à calcaire à nummulites, enfin du grès marneux avec traces de lignite.

ÉTAGE MOYEN DANS L'EUROPE CENTRALE.

Sur les rives de l'Elbe, entre Pirna et Kœnigstein, entre Nuremberg et Weissenbourg, au pied du Harz et dans les montagnes de la Bohême, s'étend un massif de grès que les géologistes allemands ont long-temps désigné sous le nom industriel de *quadersandstein*, parce qu'il était exploité en blocs carrés pour les constructions, et que l'on a long-temps considéré comme appartenant à la partie inférieure du terrain jurassique. M. de Humboldt lui a donné le nom de *grès de Kœnisgtein*, et M. de Buch celui de *grès nouveau* (*neuer sandstein*). Cette roche, à grains très-fins et à ciment tantôt argileux, et d'autres fois argilo-calcaire ou quarzeux, renferme un peu de mica et ce mica, qui manque quelquefois, est ordinairement blanc. Le grès lui-même est blanchâtre; souvent aussi il est jaunâtre ou grisâtre. Il n'est jamais schisteux; mais il se divise en bancs ordinairement peu inclinés, très-épais, qui sont coupés, suivant M. de Humboldt, à angle droit par des fissures, et dont quelques-uns se décomposent très-facilement en un sable très-fin. Il

forme souvent le long des vallées des escarpemens semblables à des murailles, que des fentes perpendiculaires divisent en masses, qui, par suite de l'action de l'atmosphère, se décomposent de manière à prendre l'apparence de ruines, ou bien de colonnes rangées à côté les unes des autres. On voit près d'Adersbach, en Bohême, de ces masses columnaires, de près de cent mètres de hauteur, s'élever au milieu d'une belle prairie, comme des monumens de l'industrie humaine.

On a signalé dans le grès de Kœnigstein la présence de diverses coquilles pélagiques, ainsi que des Peignes, des Huîtres, des Turritelles, et même des Cérites. On y signale aussi dans ses couches inférieures des Oursins et des Térébratules, comme aux environs de Dresde. En même temps on y a trouvé, particulièrement aux environs de Quedlinbourg, dans la province prussienne de Saxe, des lignites appartenant à des palmiers et à d'autres arbres, ainsi que des empreintes de feuilles de végétaux dicotylédons et des Calamites; enfin des bois silicifiés, comme à Gœppingen et dans d'autres localités du Wurtemberg.

La nature de ces fossiles et les rapports que le *grès de Kœnigstein* a généralement avec le *plænerkalk*, roche avec laquelle il se confond près de Dresde, dans la vallée de l'Elbe, ont déterminé plusieurs géologistes distingués, au nombre desquels se trouve M Buckland, à le considérer comme appartenant à l'étage du *grès vert*, opinion que plusieurs faits ont confirmée, et qui est généralement admise aujourd'hui. M. Beudant a fait remarquer, par exemple, que le grès dont il s'agit contient souvent de petits grains de cette matière verdâtre que nous nommons *glauconie*, et que M. Berthier a reconnu pour du silicate de fer : ce qui donne à cette roche la plus grande analogie minéralogique avec le *green-sand* des Anglais.

Les couches subordonnées au *grès de Kœnigstein* sont ordinairement des *poudingues quarzeux*, de l'*argile schisteuse*, du *calcaire marneux* et des *marnes sabloneuses*, comme aux environs de Freiberg, en Saxe.

On y remarque aussi en filons, non-seulement les *lignites* que nous avons signalés, mais de la *chaux carbonatée fibreuse*, comme aux environs de Quedlinbourg, du *quarz* blanc, comme à Blankenbourg, dans le duché de Brunswick, et de l'argile plastique ou à potiers, comme aux environs de Stuttgart.

Les substances minérales que l'on y trouve sont le *fer*

hydraté et le *fer carbonaté*, tous deux en nodules sphéroïdaux plus ou moins volumineux; le *fer sulfuré* et le *plomb sulfuré*, comme à Welzheim; du *manganèse oxidé*, comme à Stuttgart; de l'*or* même, comme à Sternenfels; du *quarz* en cristaux prismé, et du *silex*, comme à Elwangen, dans le Wurtemberg; enfin de la *barytine*, comme à Weil, dans le même pays.

Le grès de Kœnigstein, ou du moins celui qui s'y rapporte, se prolonge depuis le Harz jusque dans les montagnes de la Bohême; il se trouve aussi dans les plaines de cette contrée, et jusque dans la grande plaine occidentale de l'Europe. Son épaisseur est quelquefois très-considérable: ainsi, dans le royaume de Wurtemberg, il atteint jusqu'à 1,700 pieds de puissance.

ÉTAGE MOYEN DANS L'EUROPE ORIENTALE.

Dans les Karpathes l'étage moyen est représenté par un ensemble de grès, de marnes, de calcaires et d'argiles, auquel on a donné le nom de *grès Karpathique*. Il occupe le nord et l'est de la Transylvanie, le revers septentrional des Karpathes, et s'étend de la Bukowine jusqu'en Moldavie; il forme à lui seul, suivant M. Boué, les montagnes qui séparent la Moldavie et de la Valachie; l'extrémité angulaire du sud-est de la Transylvanie. « On le retrouve, dit-il, au pied de la chaîne de Fagaras, et surtout dans le coin sud-ouest du même pays, près les frontières du Banat. Enfin, passant de là sous le sol tertiaire, il constitue, au nord du Marosch jusqu'au delà de l'Aranyosh, une vaste étendue de montagnes, dans lesquelles il a été décrit toujours comme *grauwacke*. » Le grès karpathique est tantôt à gros grains, et tantôt à grains fins, d'autres fois il est compacte; quelquefois il est tendre, et présente des impressions de végétaux carbonisés; quelquefois encore il renferme des cailloux de quarz et des fragmens de schite argileux.

C'est ce même grès que M Beudant a décrit sous le nom de *grès houiller des Karpathes*. Il présente, dit-il, un grand nombre de variétés qui alternent de toutes les manières les unes avec les autres, et qui passent de l'une à l'autre par une multitude de nuances dont il est impossible de donner une idée dans une description. Il y en a qui sont composés de cailloux roulés ou de fragmens de granite, de gneiss, de micaschiste, de quarz, de calcaire compacte, de grès à ciment quarzeux, de silex, etc.; tantôt réunis tous

ensemble dans la même couche, tantôt se trouvant dans des couches différentes, dont chacune en renferme seulement quelques espèces. Ces cailloux sont liés entre eux par un sable fin, mélangé de parties terreuses, et consolidé par un ciment calcaire plus ou moins abondant.

Une variété très-commune, dit encore M. Beudant, est le grès houiller schistoïde, composé de sable très-fin, plus ou moins mélangé de parties terreuses, et rempli d'un nombre immense de petites paillettes de mica. Ce grès se divise facilement en feuillets plus ou moins épais; ses couleurs sont le gris jaunâtre, le gris noirâtre, le vert olive, le brun, et quelquefois le rougeâtre.

Ces variétés sont plus ou moins mélangées de chaux carbonatée; mais il en est d'autres qui sont tellement chargées de calcaire, que M. Beudant les a nommées *grès calcarifères*. Ils sont ordinairement d'un gris bleuâtre, d'une texture qui les rend très-solides, et se divisent facilement en feuillets d'un demi-pouce à deux pouces d'épaisseur, qui paraissent être naturellement séparées les unes des autres par une pellicule de sable. Au milieu de ces grès calcarifères, ajoute M. Beudant, s'introduit çà et là une matière de couleur verte en très-petits grains, souvent très-nombreux, qui donne à la masse la plus grande ressemblance avec le *grès vert* (*green-sand* des Anglais)[1].

Ce dernier caractère minéralogique aurait peut-être dû conduire M. Beudant à ne point assimiler au grès houiller un dépôt qui semble devoir être classé dans le grès vert, comme on l'admet aujourd'hui généralement pour le grès karpathique. Il est vrai que depuis les observations de M. Beudant on est resté long-temps encore indécis sur la place géologique à assigner au grès qu'il a décrit sous le nom de *grès houiller des Karpathes;* mais il le considère lui-même comme identique avec le grès du Kahlenberg, près de Vienne, puisqu'il dit qu'il commence à se montrer à cette montagne.

Nous n'avons pas étudié le grès karpathique, mais nous avons examiné celui du Kahlenberg, que l'on désigne généralement sous le nom de *grès viennois*. Suivant M. Partsch, et d'autres géologistes allemands, c'est le même que le grès des Karpathes; et il est l'équivalent du *green-sand*, ou de la partie inférieure du terrain crétacé.

1 Voyage minéralogique et géologique en Hongrie, pendant l'année 1818; par F. S. Beudant. Tome III, p. 171 et suivantes.

Ce grès offre tout-à-fait l'aspect de ces roches plus anciennes, que les Allemands appellent *grauwackes*. Il forme un groupe de couches de grès micacé à grains fins, de grès à gros grains, de calcaire noir et de marnes à fucoïdes, parmi lesquels on reconnaît plusieurs espèces. On y remarque des filons de chaux carbonatée cristallisés, qui remplissent les fentes des couches. Dans les carrières que l'on exploite à Sieewring, les couches de ce grès sont inclinées d'environ trente degrés à l'horizon, et courent dans la direction du sud-ouest au nord-est.

M. A. Boué, qui a contribué aussi à la détermination de la place que le grès viennois occupe dans la série géognostique, peut nous en donner une juste idée, qui servira à expliquer pourquoi M. Beudant l'a considéré comme un grès houiller.

Sur le pied septentrional du calcaire des Alpes règne un puissant dépôt de grès marneux, de couches calcaires arénacées, d'argile schisteuse, de marne et d'agglomérat. C'est cet ensemble de roches que M. Boué a appelé *grès viennois*, et qui est le même que le *grès karpathique*, le *grès apennin* et le *grès à fucoïdes*, que l'on retrouve dans le sud-est de l'Europe comme dans les Pyrénées. C'est à ce grès qu'appartient le marbre salifère de Salzbourg, qui est employé à faire ces billes grisâtres dont s'amusent les enfans des deux mondes, car elles sont l'objet d'exportations considérables. C'est encore à ce grès qu'appartient un calcaire très-compacte d'un rouge jaunâtre ou d'un gris-blanc, comme entre Baden et Heiligenkreutz, dans la Basse-Autriche, qui s'unit au calcaire alpin par alternances, et qui, se chargeant de silice, donne dans certaines localités des pierres à aiguiser, comme à Amergau, en Bavière.

Ce dépôt de plusieurs milliers de pieds de puissance, dit M. Boué, offre dans sa partie inférieure des agglomérats comme à Amergau, et quelquefois de très-bonne houille accompagnée d'impressions végétales, appartenant en partie à la famille de Cycadées, et en partie aux Fougères, comme à Ipsitz, à Gretsen et dans les Karpathes [1].

Dans cette dernière chaîne on divise facilement le grès karpathique ou viennois en trois masses : la supérieure est composée de couches d'un calcaire particulier, qui a tous les caractères du marbre uniforme de Florence, et qui

[1] *Voyez* Pl. 21, fig. 7, la coupe d'Ipsitz, au terrain supercrétacé, en Autriche.

en offre aussi de belles espèces, dit M. Boué, comme à Klosterneubourg, au Behamsberg, à Gmund, et au Sontagsberg en Autriche.

La masse moyenne est quarzeuse.

La masse inférieure est surtout calcaire et marneuse.

Les couches de ce calcaire blanches, grises ou rouges, et quelquefois fort inclinées se montrent, à la surface du sol, sous la forme de murailles crénelées, comme aux environs de Krivoklat et de Podbradie, dans le comitat de Trentschin en Hongrie. M. Pusch l'a appelé pour cette raison *Klippenkalk*, ou calcaire formant des rochers escarpés. Lorsque ses assises sont puissantes, elles forment des montagnes pittoresques à vallons, semblables à ceux du calcaire alpin.

Dans le comitat d'Orva on en suit un massif, séparé quelquefois en deux par des grès.

Les couches contournées du grès karpathique passent graduellement, dit M. Boué, au grès vert le mieux caractérisé, de manière que ces deux dépôts sont intimement unis [1].

Cependant nous devons le dire ici, ce n'est point dans le grès vert même que M. Boué place le grès viennois ou karpathique, mais entre le grès vert proprement dit et le calcaire alpin ou jurassique supérieur. Il pense en conséquence qu'au lieu de le ranger dans le grès vert, ou même entre ce grès et les dépendances inférieures du terrain crétacé, telles que l'argile wealdienne, le grès ferrugineux et le calcaire de Purbeck, on pourrait le considérer comme occupant à peu près le même niveau géologique que l'argile de Kimmeridge, ou le calcaire de Portland : ce qui le placerait dans la partie la plus supérieure du terrain jurassique.

Quoi qu'il en soit, en adoptant l'opinion de M. Partsch, savant géologiste, avec lequel j'ai eu de fréquents entretiens à Vienne sur le grès viennois, je ne crois pas commettre une erreur grave, d'autant plus que M. Boué s'est empressé de reconnaître, avec M. Partsch et avec Lill de Lilienbach, que dans les Alpes du Salzbourg, et dans d'autres parties des mêmes montagnes, le grès vert proprement dit est lié intimement au grès viennois supérieur; et que le savant géologiste allemand, M. de Léonhard, dans la dernière édition de son Traité de géologie, place le grès karpathique dans le

[1] Résumé des observations de M. A. Boué, sur l'âge relatif des dépôts secondaires dans les Alpes et les Karpathes. *Journal de Géologie*, 1830.

grès vert. Cette manière de voir est aussi celle de MM. Murchison et Sedgwick.

Les argiles et les marnes qui accompagnent le grès karpathique sont rouges, grises ou noires et schisteuses, et renferment des impressions de *Fucus* et de poissons. Quelquefois, comme dans la montagne de Pryslop, entre Babin et le château d'Arva, les marnes sont rouges et verdâtres ou bleuâtres. Ces argiles forment de petites couches, qui souvent n'ont que quelques pouces d'épaisseur, intercalées dans les diverses variétés de grès. Dans certaines couches de ces argiles, qui sont alors noires et bitumineuses, on trouve des cristaux de quarz connus en Hongrie, sous le nom de *Diamans* du *Marmaros*, comme dans notre département de l'Orne on donne depuis longtemps la dénomination de *Diamans* d'*Alençon* aux cristaux de quarz disséminés dans le granite. Dans quelques localités de la Transylvanie ce quarz est tellement abondant, qu'on l'exploite pour sabler les allées des jardins. On remarque aussi dans ces argiles de petites fentes tapissées de spath calcaire.

Du côté de la montagne de Hradek, dans le comitat de Gomor en Hongrie, M. Lill de Lilienbach a observé dans le grès karpathique du calcaire arénacé à nummulithes et des agglomérats calcaires. Près du village de Poschorita, en Galicie, il a remarqué dans le même grès du calcaire compacte rouge, qui se lie au grès par une brèche calcaire. Enfin, en Transylvanie, vers le Totrouch, il y a vu des couches de calcaire gris et blanchâtres, et il a signalé des grès marneux à Gryphées Colombes semblables à ceux de la vallée du Waag, en Hongrie.

Les couches du grès karpathique sont souvent contournées comme dans le Marmaros.

A Pojana-Stampi, M. Lill de Lilienbach a observé des carrières ouvertes dans un grès argileux gris, à térébratules et à peignes, et un calcaire compacte à nummulithes : ces roches appartiennent évidemment à l'étage du grès vert.

L'étage moyen présente dans les Karpathes en général, et spécialement dans les montagnes de la Transylvanie, différentes masses : ainsi, suivant M. Boué, les parties inférieures paraissent dominer dans le nord de ce pays, et forment le noyau central des montagnes des bords de l'Aranyos, tandis qu'autour de ce dernier groupe il y a un vaste système d'agglomérats et de calcaire brechoïde ou à nummulithes, qui appartiennent au grès vert proprement dit. Ce dernier système est surtout extrêmement développé au sud de

Cronstadt, où il forme des montagnes considérables fort élevées, et flanquées contre les schistes cristallins de la chaîne de Fagaras.

Outre le lignite que l'on remarque dans les différentes couches qui constituent la masse du grès karpathique, et que l'on a pris pour de la houille, on y trouve du fer carbonaté en couches plus ou moins considérables, ordinairement au milieu du grès. Ce grès renferme aussi, suivant M. de Léonhard, différens autres métaux qui y sont disséminés, entre autres du plomb, du zinc, du cuivre et du mercure[1].

De même que le grès vert, le grès karpathique est riche en sources d'eau douce, quelquefois fort abondantes.

Dans la Galicie, Lill de Lilienbach décrit l'étage du grès vert de la manière suivante : « Le grès vert offre du sable fin et grossier, à particules vertes et à fragmens de roches quarzeuses, ainsi que des petites parties calcédoniques : ce sont des alternats de grès calcaire et de calcaire sableux ; ce dernier a le plus d'étendue et se lie à la craie marneuse. Le grès calcaire à particules vertes et lamelles de spath calcaire est jaunâtre ou blanc verdâtre. Le spath calcaire remplit des vides allongés, provenant de quelques coquillages. Il y a des fragmens angulaires de quarz, dont la surface est noire, et çà et là il y a quelques fossiles. »

Suivant le géologiste que nous venons de citer, ce grès vert diffère un peu suivant les localités : ainsi à Baranow, sur la Zlota-Lipa, il se compose de grès fins, calcaréo-argileux, gris de fumée, avec quelques lamelles de mica et de spath calcaire, et passant à la marne argileuse. Le calcaire sableux ou arénacé est plus ou moins fin ou compacte; il contient des fragmens de quarz coloré, de grains arrondis de quarz blanc et des boules allongées d'une substance verdâtre.

[1] Au nombre des substances minérales que renferme le grès karpathique, M. de Léonhard comprend le sel gemme, et il cite parmi les localités où cette substance abonde, les célèbres exploitations de Wieliczka et de Bochnia, dont nous avons placé le gisement, d'après M. Boué, dans le terrain supercrétacé supérieur. Il cite à l'appui de son opinion les mines de sel de Cordona, en Espagne, que M. Dufrénoy a prouvé être placées dans le grès vert analogue au grès karpathique. Mais le célèbre géologiste allemand ne dit pas ou ne sait pas que M. Dufrénoy a reconnu que le *sel gemme*, les *sources salées*, les *gypses*, les *ophites* et la *dolomie*, quoiqu'enclavées dans la masse de grès vert, paraissent y avoir été introduits postérieurement au terrain tertiaire, par suite du soulèvement de l'ophite.

Les fossiles qui se trouvent dans le grès vert de la Galicie sont en général brisés : ce sont des Peignes, des Huîtres, etc., et des madrépores. Sur les bords du Dniester on y remarque des calcédoines renfermant des madrépores et des coquilles.

Formes du sol de l'étage moyen. — Lorsque le grès vert et ses marnes ne sont point recouverts par l'étage supérieur, ils forment ordinairement, comme tous les dépôts marneux et arénacés, des collines plus arrondies que celles de l'étage supérieur, mais terminées aussi par des plateaux ordinairement assez étendus.

Sur les bords de l'Ille, à Périgueux, le grès vert forme, suivant M. Dufrénoy, des escarpemens élevés. Mais aux environs de Sarlat, de Saint-Cyr et de Gourdon, ainsi qu'entre le Pont-Saint-Esprit et le Bourg-Saint-Andéol, les grès, mêlés à des sables dans la dernière localité, et alternant dans les autres avec des calcaires, constituent des collines arrondies.

La chaîne des Corbières appartient généralement à l'étage dont nous nous occupons; près de La Grasse, elle se compose de chaînons étroits et allongés qui ressemblent, dit M. Dufrénoy, à des espèces de murs qui s'élèvent au milieu de petites plaines qui les séparent.

Dans la Morée, l'étage moyen forme des collines basses, que l'on reconnaît de loin, dit M. Virlet, à leurs formes molles et arrondies, et à leurs teintes rembrunies, qui contrastent avec la couleur claire et les formes toujours escarpées et abruptes des montagnes calcaires qui les surmontent.

Lorsque les calcaires compactes du même étage dominent, ils constituent des montagnes à formes très-rudes et escarpées; lorsque ce sont les calcaires marneux, leurs flancs sont au contraire mollement inclinés; lorsque ce sont des marnes et des argiles, elles constituent des collines mammelonnées.

Quelquefois, en Morée, des poudingu s, appartenant au même système, constituent le sol; ils donnent lieu alors à des montagnes à pentes roides et escarpées, qui s'élèvent brusquement à la hauteur de 900 à 1000 mètres au-dessus des plaines qu'ils dominent.

Au mont Liban l'étage moyen forme des escarpemens très-rapides, et dans quelques localités ils sont même presque verticaux.

Utilité dans les arts. — Les grès de l'étage moyen four-

nissent d'excellentes pierres de construction : nous avons même vu qu'en Allemagne cet usage, qui les rend d'une grande utilité, les a fait appeler *quader sandstein* : témoin les grès de *Pirna*, de *Kœnigstein*, etc.

Les lignites que renferment les marnes de cet étage sont exploités à Pradelles, en France (département de l'Aude), ceux du calcaire s'exploitent à Mas-d'Asil, près Saint-Girons, et à Saint-Lon dans les Landes. Les lignites des Pyrénées, des Alpes et des Karpathes fournissent aussi un très-bon combustible.

Le calcaire d'Orthez (département des Basses-Pyrénées), qui appartient à l'étage moyen, et qui est compacte, esquilleux, fort dur, et traversé par un grand nombre de petits filons spathiques, est exploité comme marbre : il en a la texture, et sa couleur est généralement le gris clair, mais souvent aussi le noir foncé.

Les marnes argileuses, si fréquemment répandues dans les couches de cet étage, sont employées dans beaucoup d'endroits à la fabrication des briques et même de la poterie.

L'étage moyen est riche en divers métaux. Dans la Serra d'Arrabida, en Portugal, le grès vert recèle un gisement de mercure natif, qui a été exploité depuis l'année 1798 jusqu'en 1801.

On connaît encore d'autres exemples de la présence de ce métal dans le terrain crétacé : ainsi, dans le voisinage du Trachyte de Kroscienko, on a découvert des traces de mercure au milieu du grès karpathique.

Depuis quelques années, M. Dufrénoy a reconnu que le minerai de plomb, que l'on exploite à Bleiberg, en Carinthie, et qui est placé au milieu de calcaires blancs, compactes et un peu grenus, que l'on rapportait au terrain dit de transition, appartient au contraire au terrain crétacé.

Les roches de cet étage, lorsqu'elles se désaggrégent facilement, donnent naissance à un sol en général maigre, et conséquemment peu fertile.

Les grès et les poudingues, au contraire, ayant plus de consistance, sont plus propres à la végétation ; en Morée, le sol, qui est formé des derniers, est communément très-boisé.

ÉTAGE INFÉRIEUR,

ou argilo-silicéo-calcaire.

Comprenant {
Les *Wealden rocks* des Anglais;
Les terrains ysemiens pélagiques veldiens de M. Al. Brongniart;
Le terrain néocomien de M. Thurmann;
Le *Kursawka* des Polonais.

L'étage inférieur comprend deux formations parallèles importantes par la place qu'elles occupent, l'une dans la Grande-Bretagne et l'autre sur le continent.

La première peut se désigner sous le nom de *formation wealdienne*, la seconde sous celui de *formation néocomienne*. Nous verrons qu'on rapporte à la première quelques dépôts argileux et ferrugineux épars sur le continent; tandis que la seconde est très-développée dans les montagnes du Jura, dans le petit système taurique de la Krimée et dans quelques ramifications du Caucase.

Formation wealdienne.

Cette formation, qui n'est connue dans tout son développement qu'en Angleterre, où elle a reçu le nom de *terrain de Weald* (*Wealden roks*), du nom d'une région boisée appelée *Wealden*, dans le comté de Sussex, peut avec d'autant plus de raisons recevoir en français celui de *wealdienne*, qu'elle n'existe point à l'état complet sur le continent [1].

Les Anglais divisent ce groupe en trois assises : ils nomment la supérieure *weald clay*, la moyenne *hastings-sand*, et l'inférieure *purbeck beds*.

Assise supérieure. — L'*argile wealdienne* (*weald clay*), bien que d'origine d'eau douce, n'est pas séparée d'une manière bien nette du groupe marin appelé grès vert. Ces deux

[1] Quelques géologistes réunissent ce groupe au grès vert. Notre désir de simplifier l'étude de la géologie nous ferait adopter cette réunion, si nous ne trouvions des motifs puissans pour les séparer. Ces motifs sont principalement fondés sur l'origine différente de ces deux dépôts en Angleterre : le grès vert est comme le groupe crayeux de formation marine ; les trois assises du dépôt wealdien sont au contraire de formation d'eau douce ; et l'on a dû voir jusqu'ici que nous avons toujours eu soin de séparer d'une manière plus ou moins complète, les dépôts *tritoniens* des dépôts *nymphéens*.

dépôts, d'après les observations de MM. Murchison et Martin, sont liés entre eux par des alternances d'argiles et de sables. « Il résulte de ces observations, dit M. de La Bèche, un fait important : c'est que le changement de circonstances, qui a permis à des animaux marins d'habiter un lieu où il n'y avait d'abord que des animaux fluviatiles, n'a pas été produit subitement, mais par degrés insensibles[1]. »

Cette argile est tantôt grise ou brune, quelquefois bleue ; sa texture est schisteuse : ce qui ne l'empêche pas d'être plastique. Elle renferme des concrétions ferrugineuses que l'on peut regarder comme caractéristiques, ainsi que des lames de mica, du sulfure de fer et des cristaux de gypse. Dans sa partie inférieure elle devient sableuse, et contient quelquefois de petits bancs minces de calcaire lumachelle : ce sont alors des alternances d'argile et de sable, dans lequel se trouve le calcaire coquiller. Son épaisseur totale est de 150 à 270 pieds dans la partie occidentale du comté de Sussex.

Les fossiles les plus communs dans cet étage sont, parmi les crustacés, le *Cypris faba*, parmi les mollusques, des Paludines appartenant aux espèces appelées *Paludina vivipara*, *P. elongata*, *P. carinifera*; des Mélanies et des Cyclades. On y trouve aussi des débris de poissons, de reptiles et de végétaux.

Nous ne pouvons jusqu'à présent signaler en France que les environs d'Hanvoile, dans le département de l'Oise, où existe l'argile wealdienne, à en juger du moins par quelques blocs d'une lumachelle à Paludines, que nous avons trouvés épars sur le sol, près de ce village.

Assise moyenne. — Les *sables de Hastings* (*Hastings-sand*), ainsi appelés d'une ville du comté de Sussex, aux environs de laquelle ils sont très-développés, se composent dans leur partie supérieure d'un sable calcaire gris, qui repose sur un grès friable jaune, que supportent des couches d'argile, quelquefois schisteuse, de marnes, de calcaire lumachelle et de grès ferrugineux renfermant des lits de minerai de fer, à l'état d'oxide et en rognons assez nombreux pour pouvoir être exploités avec avantage.

Ces sables sont souvent tout-à-fait siliceux ; leur couleur varie du jaunâtre au rougeâtre ; ils sont même, mais rarement, bleuâtres. Ces sables, ainsi que les grès qu'ils renferment, sont fréquemment remplis de végétaux carbo-

[1] *Manuel géologique*, par H. de La Bèche ; traduction française, pag. 377.

nisés, en quantité quelquefois assez considérable pour être exploités. Dans quelques localités il serait facile de confondre les grès dont il s'agit avec ceux du terrain houiller : on y trouve même des empreintes de calamites et de fougères.

Suivant M. Mantell, la partie inférieure des sables de Hastings se compose ordinairement de calcaire argileux, alternant avec des marnes schisteuses qui se lient avec l'assise inférieure. Les Anglais donnent à cet ensemble de couches le nom de *couches d'Ashburnham*.

Les sables de Hastings ne sont pas moins puissans que l'argile wealdienne : ils acquièrent même dans quelques localités jusqu'à 370 pieds d'épaisseur.

Les corps organisés qu'ils renferment sont généralement les mêmes que ceux de l'argile wealdienne ; cependant nous signalerons parmi les mollusques le genre *Unio*, qui se trouve fort rarement dans l'argile wealdienne, et dont on cite six espèces dans les sables de Hastings. Parmi les poissons, M. Mantell signale les genres *Lepisosteus* et *Silurus*. Les animaux vertébrés y sont en général mieux conservés que dans l'argile wealdienne; on y a reconnu plusieurs espèces qui appartiennent à des reptiles d'une taille énorme, tels que le *Crocodilus priscus*, l'*Iguanodon*, le *Megalosaurus* et le *Plesiosaurus*, dont les restes sont accompagnés de débris de tortues.

M. Mantell a signalé en 1832 l'existence d'ossemens d'un nouveau reptile qu'il nomme *Hylæosorus* (Lézard de forêt), parce qu'il a été trouvé dans la forêt de Tilgate. Les grès de cette localité sont semblables à ceux de Hastings et appartiennent à la même assise. Les Anglais les désignent sous la dénomination particulière de *Tilgates beds*. Le reptile dont il est question avait un long cou, et une colonne vertébrale garnie d'apophyses épineuses de 3 à 17 pouces de longueur, et de 1 et demi à 7 pouces d'épaisseur à la base.

Les végétaux sont des *Calamites*, peut-être des *Lycopodites*, le *Sphenopteris Mantelli*, le *Clathraria Lyellii* et plusieurs autres encore.

Selon M. Mantell, ces fossiles ont dû être transportés de loin par une rivière qui les a rejetés dans une sorte de delta que formait son embouchure.

Assise inférieure. — Les *couches de Purbeck* (*Purbeck beds*), dont le nom indique l'île ou plutôt la presqu'île de Purbeck, principale localité où on les observe, se composent de différentes couches de calcaire qui alternent depuis le

haut jusqu'en bas avec des marnes plus ou moins schisteuses. Leur épaisseur totale est d'environ 230 pieds. Les substances minérales que l'on y trouve sont le sulfure de fer et le gypse séléniteux. Sur différens points de la côte du comté de Dorset, le calcaire supérieur de cette assise rappelle les autres étages du terrain crétacé par la glauconie qu'il renferme.

Le calcaire de Purbeck est tantôt grossier, ressemblant à une marne endurcie, pétrie de coquilles; d'autres fois, surtout dans les couches supérieures, il n'est composé que de coquilles brisées : dans cet état il fournit une excellente pierre de construction que l'on emploie beaucoup à Londres; d'autres fois enfin sa pâte est compacte et susceptible de prendre le poli : il est alors employé comme marbre.

La coquille qu'on y reconnaît est la *Paludina vivipara;* on y trouve aussi des débris de poissons, de sauriens et de tortues, et des restes d'une plante que M. Ad. Brongniart a appelée *Mantellia nidiformis*, qui dans les couches inférieures est à l'état siliceux.

ÉTAGE INFÉRIEUR EN FRANCE.

Dans la France septentrionale, l'étage inférieur ou wealdien n'est représenté que par des marnes grisâtres ou noirâtres, glauconieuses, passant quelquefois à l'argile ou par des sables ferrugineux.

Peut-être faut-il rapporter à cet étage un dépôt d'argile et de minerai de fer pisiforme, qui se trouve à la surface du sol dans le département de la Haute-Saône, et qui a été décrit par M. Thirria. Il repose sur des couches que ce savant regarde comme les équivalentes de celles de Portland en Angleterre. Son épaisseur est d'environ 40 pieds.

Voici la succession des couches qu'il présente de haut en bas :

1° Argile verdâtre onctueuse.
2° Sable fin jaunâtre un peu argileux.
3° Rognons de calcaire jaune, contenu dans une argile verdâtre.
4° Sable fin jaunâtre, un peu argileux.
5° Argile jaunâtre schisteuse, un peu sabloneuse.
6° Argile grasse au toucher, d'un jaune verdâtre.
7° Argile verdâtre, avec nodules de calcaire marneux, empâtant des grains de minerais de fer.
8° Minerais de fer pisiforme en amas dans une argile ocreuse, avec des Ammonites, des Hamites, des Nérinées, des Térébratules, des Pentacrinites, etc.
9° Marne blanche, avec noyaux d'argile verdâtre et rognons de calcaire marneux.



C'est ce dépôt qui a fourni, par suite d'un remaniement qu'il a éprouvé pendant l'époque clysmienne, ces amas ferrugineux de transport contenant des ossemens d'ours, de rhinocéros, etc., dont nous avons parlé en décrivant le terrain clysmien.

Avant de passer à la description de l'étage inférieur dans le reste de l'Europe et hors de cette partie du monde, nous aurions voulu pouvoir donner une coupe naturelle qui présentât les trois étages du terrain crétacé; mais comme il n'en existe pas, nous nous bornerons à la coupe du cap de la Hève, près du Havre, qui, avec celle de la côte de Sainte-Catherine à l'entrée de Rouen, que nous avons présentée précédemment, complétera la série de quelques-unes des principales variétés de couches que l'on remarque dans le terrain crétacé du nord de la France.

Coupe du cap de la Hève, d'après M. Passy (1).

ÉTAGE SUPÉRIEUR.			
Sable fin.	3m	»	
Silex pyromaques jaunes.	10	»	
Craie jaune, à points verts, en blocs et friable.	15	»	
Craie glauconieuse, avec silex cornés et silex pyromaques, par bandes horizontales, nombreuses et rapprochées.	20	»	59 50
Craie glauconieuse, à nodules siliceux et glauconieux.	7	»	
Craie dure, glauconieuse.	1	50	
Argile brune micacée, avec fossiles.	1	50	
Craie glauconieuse, micacée, dure, en masses non continues	1	50	
ÉTAGE MOYEN.			
Marne dure, glauconieuse, avec sélénite, fer pyriteux globuliforme et fossiles.	2	50	
Glauconie sableuse.	1	50	
Marne grise glauconieuse et grès.	1	50	11 »
Glauconie sableuse très-verte.	1	»	
Sable ferrugineux à gros grains.	4	50	
A reporter.			70 50

1 En 1827, nous avons fait la coupe de cette localité, que nous avons communiquée depuis à M. Passy. Mais, comme celle qu'il a donnée dans sa Description géologique du département de la Seine-

Report.		70	50

ÉTAGE INFÉRIEUR.

Marne noire à grains verts.	2	»	6	50
Sables à poudingues ferrugineux.	4	50		
Total.			77	»
Calcaire marneux à *Gryphées virgules*, marnes et grès alternant ensemble (étage oolithique supérieur). . .			15	»

Dans la France méridionale, l'étage inférieur paraît être composé, d'après les observations de M. Dufrénoy, de calcaire compacte, de grès marneux, et de calcaire bitumineux. La petite chaîne qui suit, dit-il, le cours de l'Orbieu, et qui sépare La Grasse, de Saint-Laurent, dans le département de l'*Aude*, présente les couches suivantes :

1° A la partie supérieure des escarpemens qui bordent la rivière, calcaire compacte à cassure conchoïdale et quelquefois esquilleuse, traversé de filons spathiques. Quelques-unes de ses couches contiennent une quantité innombrable de petits points blancs, que l'on reconnaît à la loupe pour des *Miliolithes*; on y trouve aussi des *Nummulithes*, des *Mélanies* et des moules de Nérinées.

2° Grès calcaires, marneux en général, assez fortement colorés en rouge. Tantôt ils sont tellement fins qu'on a de la peine à reconnaître leur texture arénacée; tantôt au contraire les parties qui les composent sont très-visibles. Dans ce dernier cas, ils se délitent fréquemment en boules de différentes grosseurs, dont le centre est presque à l'état de calcaire compacte. Ces grès alternent cinq ou six fois avec le calcaire que nous allons décrire.

3° Calcaire compacte gris, plus ou moins foncé, selon la quantité de bitume qu'il renferme, et dont l'odeur se fait sentir par le choc du marteau ou par l'action des rayons solaires. Ce calcaire est traversé par un grand nombre de filons spathiques blancs, qui lui donne une grande ressemblance avec certaines couches du *lias*.

4° Au bas des escarpemens, près de La Grasse et dans le lit de la rivière de l'Orbieu, on trouve un calcaire marneux noir, contenant des huîtres et d'autres coquilles, qui, par la difficulté qu'on a de les retirer de la roche, sont presque impossibles à déterminer d'une manière précise; cependant M. Dufrénoy, en examinant des plaques polies de ce calcaire, y a reconnu des *Mélanies* et des *Paludines*, qui indiquent que la roche dans laquelle elles se trouvent est d'origine d'eau douce en partie.

---

inférieure est plus détaillée, nous croyons utile de la reproduire ici. Voyez Pl. 2, fig. 5, où nous n'avons pas représenté les couches inférieures, parce qu'elles ne sont pas toujours complétement visibles.

Toutefois il existe dans la France méridionale, près de l'embouchure de la Charente, et principalement à l'île d'Aix, un dépôt marneux que M. Al. Brongniart a rapporté à l'argile wealdienne, et qui paraît s'en rapprocher sous certains rapports. Cette marne inférieure au grès vert, renferme du bois silicifié, des morceaux de lignite, dont quelques-uns répandent, lorsqu'on les brûle, une odeur aromatique, des nodules de succin et même des nodules de silice à rayons divergens. Le bois silicifié présente des cavités qui ont été faites par des animaux perforans.

ÉTAGE INFÉRIEUR EN POLOGNE.

Suivant M. le professeur Pusch, il y a en Pologne un dépôt ferrifère, qu'il nomme *dépôt de grès ferrifère et de marnes*, qu'il regarde comme l'équivalent de l'argile wealdienne et des sables ferrugineux. Il est d'ailleurs placé entre le calcaire jurassique et la formation crétacée.

Ce dépôt remplit en Pologne un grand nombre de vallées, entre autres celle de la Varta et celle de la Lizivarta, et s'étend à l'ouest à travers la Silésie supérieure jusqu'à l'Oder, en remontant le long de ce fleuve jusqu'au pays de Ribnyk.

« Il est composé, dit M. Pusch, de couches horizontales, souvent alternantes et peu continues, d'argile schisteuse un peu calcaire, bigarrée et bleuâtre, appelée *Kurzawka;* d'agglomérat siliceux, quarzeux et compacte; de grès ferrifère brun, de lits de sables non liés, et de lits minces de calcaire marneux bigarré ou blanc. » Dans quelques parties de la Pologne, il renferme des couches horizontales épaisses de 6 pouces à 14 pieds, d'un combustible grossier, appelé *Moorkohle*, et souvent accompagné de bois bitumineux et de sulfure de fer. Dans d'autres localités, on n'en trouve plus que de faibles traces, mais on voit alors dominer les argiles schisteuses, onctueuses et bleues, renfermant de nombreuses couches de minerai de fer, formé de rognons sphéroïdaux de fer argileux compacte, ainsi que des Ammonites, des Vénus, des Trigonies, etc.

Un grès ferrugineux brun, dont les grains quarzeux sont agglutinés par du fer hydraté, ajoute M. Pusch, recouvre l'argile bleue; il existe surtout autour de Kozieglow, de Panki et de Prauska [1].

Le dépôt dont il s'agit ici est exploité avec avantage : il

[1] *Pusch*, Journal de Géologie, tom. II, pag. 223.

fournit 50 pour 100 de fer, et alimente les hauts-fourneaux de Poremba, de Miaczow, de Panki, de Zarki et différentes usines de la Silésie.

ÉTAGE INFÉRIEUR DANS LES ALPES.

Dans les Alpes on signale au mont Pilate, près de Lucerne et dans les montagnes d'Unterwald, non-seulement le grès vert, mais l'argile wealdienne. Toute la chaîne des Brienzergrate et les montagnes du Saxetenthal paraîtraient reposer sur ces étages inférieurs du terrain crétacé. Au mont Pilate particulièrement, nous avons pu reconnaître l'exactitude des faits que M. Hugi, savant géologiste y a signalés ; ainsi intercalés entre le calcaire jurassique et le *Lias*, on trouve du calcaire à nummulithes qui paraît représenter l'étage supérieur du terrain crétacé, tandis qu'au-dessous on voit des grès et des argiles qui semblent indiquer l'étage moyen et l'étage inférieur de ce terrain. Il est vrai que les alternances du lias et du terrain crétacé, ont ici lieu d'étonner l'observateur ; mais les phénomènes géologiques que présente le mont Pilate, ne sont pas de nature à être exposés avant que nous ayons parlé de l'action des soulèvemens. Nous y reviendrons donc plus tard.

ÉTAGE INFÉRIEUR DANS LE JURA.

Formation néocomienne.

C'est dans la chaîne du Jura que l'étage inférieur paraît être le plus développé : du moins si nous suivons l'opinion de M. Élie de Beaumont, qui place dans cet étage un dépôt très-important, que plusieurs géologistes regardent comme formant un passage entre le terrain jurassique et le terrain crétacé. Nous voulons parler de cette formation que M. de Montmollin a désignée sous le nom de *Terrain crétacé du Jura*, M. Thirria sous celui de *Terrain du Jura crétacé*, et M. Thurmann sous celui de *Terrain néocomien*, traduisant ainsi en grec la dénomination de neuchâtelois, que semble mériter particulièrement ce dépôt, par le grand développement qu'il a pris dans les environs de Neuchâtel.

Ayant pris pour subdivision des grands groupes que nous appelons *Terrains*, d'autres groupes moins importans que nous nommons *Formations*, nous dirons, en adoptant la dénomination principale proposée par M. de Montmollin,

que la *formation néocomienne* consiste principalement en un calcaire jaune assez dur pour être recherché comme pierre de construction, et partagé en un nombre de couches plus ou moins considérable, qui repose sur une marne grise. Le calcaire et la marne renferment à peu près les mêmes fossiles, ce sont des Ammonites, des Nautiles, des Térébratules, des Lutraires, des Exogyres, des Spatangues, et des Polipiers très-nombreux, surtout dans les couches supérieures du calcaire. Dans quelques localités, comme sur les bords du lac de Bienne, le calcaire jaune prend un développement si considérable, qu'il remplace presque entièrement la marne.

La formation néocomienne ne renferme, comme on vient de le voir, que des corps organisés marins, tandis que la formation wealdienne, qui lui est parallèle, ne contient en Angleterre que des fossiles d'eau douce : ce qu'il faut attribuer à une cause locale.

FORMATION NÉOCOMIENNE DANS L'EUROPE ORIENTALE ET EN ASIE.

M. Dubois de Montpéreux, de Neuchâtel, a reconnu en Krimée, et nous l'avons vérifié depuis lui, l'existence de la formation néocomienne avec tous les caractères minéralogiques et palœontographiques des environs de Neuchâtel. Ainsi nous dirons avec lui que cette formation présente en Krimée quelques couches marneuses et schisteuses qui diffèrent un peu de celles du Jura, mais que le calcaire jaune à fossiles est tellement identique avec celui de Neuchâtel, que les échantillons des deux pays pourraient facilement se confondre.

Voici la succession des couches que l'on observe autour de Baghtsché-saraï et dans la vallée de Tchoufout-kalé :

1° *Marne bleuâtre fissile*, renfermant plusieurs fossiles et surtout des polypiers très-nombreux en espèces.

2° *Marne blanche ou bleuâtre schistoïde*, en fragmens anguleux et sans fossiles.

3° *Calcaire jaune compacte*, quelquefois représenté par un sable jaune, et contenant un nombre considérable de fossiles.

La formation néocomienne se retrouve aussi, suivant M. Dubois de Montpéreux, sur le versant méridional du Caucase, particulièrement près de *Koutaïs* et de *Kerer*. « Dans une position pareille à celle du *terrain néocomien* de Neuchâtel et de Krimée, dit ce savant dans une lettre

adressée à M. Elie de Beaumont [1], vous trouvez, appuyé sur les flancs méridionaux du Jura caucasien, un groupe crétacé des plus développés. Sous la forteresse actuelle de Koutaïs, capitale de l'ancienne Colchide, dans des marnes schisteuses qui sont inférieures, et des grès verts qui sont supérieurs, vous observez une roche calcaire compacte; les pétrifications y sont rares et le plus souvent méconnaissables, changées en spath calcaire, tandis que la roche est d'un blanc grisâtre, quelquefois brillant. On y distingue surtout de petites Nérinées et des Dicérates, qui sont tellement semblables à celles que vous avez regardées comme caractérisant l'étage inférieur de la craie sur le mont Ventoux, à la grande Chartreuse, dans le *terrain* néocomien de Grenoble, que vous avez avoué vous-même que les pièces une fois confondues, il serait impossible d'avoir un moyen de les reconnaître.

» Cette couche à Dicérates se montre aussi à Kreïti, un peu plus haut que Koutaïs, formant les sommités qui séparent la vallée du Rion ou Phase de celle de la Quérila.

» Sur ce calcaire à Dicérates vient le vrai *terrain néocomien*, craie ou calcaire marneux très-altéré. Les fossiles nombreux qu'il renferme rappellent Neuchâtel et la Krimée, tels que la *Terebratula biplicata*, la *T. vicinata*, la *T. octoplicata*, appartenant déjà à un étage plus récent........ une *Lingula*. »

ÉTAGE INFÉRIEUR DANS LA MORÉE.

La partie la plus inférieure du terrain crétacé dans cette péninsule consiste, suivant M. Virlet, en une formation de 300 mètres au moins de puissance, composée de calcaires bleus et noirs, compactes ou subsaccharoïdes, et de marnes noires et bleues, schisteuses et micacées. Cette formation repose sur des grauwackes et des schistes anciens. Ses calcaires sont en général d'un bleu foncé ou d'un gris noirâtre. Lorsqu'ils sont polis, ils sont d'un très-beau noir. Ils sont divisés en une nombreuse suite de couches assez régulières, qui ne dépassent guère 1 mètre de puissance. Les fossiles qu'ils renferment sont un grand nombre de Nummulithes, des restes de Radiolites, des fragments d'Hippurithes, etc.

Dans les environs de Tripolitza, le calcaire est marneux,

[1] Voyez le tome VIII du Bulletin de la Société géologique de France, pag. 393.

compacte, d'un bleu clair et blanchâtre; il abonde en fossiles convertis en spath calcaire d'un beau noir; enfin il ressemble à un calcaire d'eau douce, et l'on y reconnaît des coquilles qui paraissent être de grandes Mélanies et des Paludines mélangées avec des débris marins, tels que des madrépores, en grand nombre. Ce mélange de corps organisés, marins et d'eau douce, rappelle, comme le calcaire des environs de La Grasse en France, la formation wealdienne de l'Angleterre, qui en diffère cependant, en ce qu'elle renferme un plus grand nombre de coquilles d'eau douce. Dans quelques localités, ces calcaires alternent à leur partie inférieure avec des argiles schisteuses noires.

M. Virlet regarde comme caractéristique de l'étage inférieur en Morée, une *brèche* à fragmens de calcaires bleus et noirs, cimentée par une pâte rougeâtre, ferrugineuse et spathique. Elle est constamment adossée contre la tranche des calcaires bleus et noirs, aux dépens desquels elle paraît, dit-il, s'être formée immédiatement après leur dislocation. Cette brèche serait susceptible d'exploitation et donnerait un fort beau marbre, offrant, par le mélange de ses couleurs, de la ressemblance avec le marbre *Portor* : aussi M. Virlet a-t-il proposé de l'appeler *Brèche-Portor*.

Dans la Haute-Arcadie et dans la Laconie, les calcaires bleus ont éprouvé des modifications qui, dans quelques localités, les font passer à l'état pulvérulent, tandis que dans d'autres ils sont devenus gris blanchâtre, tantôt luisans, tantôt ternes, et fendillés dans tous les sens. Dans la chaîne du Kourkoula et à la montagne de Vourlia, les mêmes calcaires sont tantôt bleus et compactes, et tantôt à l'état de marbre blanc laiteux, à grains très-fins, et à cassure droite et esquilleuse; tandis que dans la chaîne du Faya ils sont entièrement passés à cet état de calcaire blanc laiteux.

L'étage inférieur dont nous venons de donner les principaux caractères paraît, dit M. Virlet, s'être déposé d'une manière constante et assez uniforme dans toute l'étendue de la Morée, où il n'a été mis à découvert, à la vérité, par les différents systèmes de dislocations auxquels il a été soumis depuis son dépôt, que dans la Haute-Arcadie, dans la Laconie, et en quelques autres points où il ne fait que percer; tandis que dans toutes les autres parties de la Morée, il est resté masqué par les assises supérieures du grand système crayeux dont il fait partie. Ainsi en Messénie, excepté à la base du Taygète, en Elide, en Achaïe, on ne le voit percer nulle part.

TERRAIN CRÉTACÉ DANS LES ÎLES DU DANEMARK.

Les îles de Séeland, de Möen, de Laaland, de Faxöe, d'Elster et de Fionie, paraissent être composées des mêmes couches du terrain crétacé. La description de l'île de Séeland suffira donc pour donner une idée de ce terrain. S'il ne présente point les trois étages qui le divisent dans le reste de l'Europe, on y remarque des couches qui, par leur nature minéralogique, leur texture et leurs fossiles, diffèrent de la plupart de celles que nous avons signalées dans les différens étages.

Le docteur Forchammer a décrit avec beaucoup de détail la falaise de Stevensklint, dans l'île de Séeland. Nous allons résumer les principaux faits qu'il y a observés.

La craie, qui constitue la base de cette falaise, ne s'élève point à plus de soixante pieds au-dessus du niveau de la mer Baltique. Elle renferme des masses de silex formant des couches de six pouces à un pied et demi d'épaisseur, placés horizontalement, le plus souvent à des intervalles de douze à quatorze pouces et quelquefois de plusieurs pieds.

Sur ces bancs de craie blanche repose une couche d'argile schisteuse et bitumineuse, dont la plus grande épaisseur est d'environ quatre à six pouces, et qui dans quelques endroits n'a pas même un pouce. Elle se divise en feuillets minces, dont les supérieurs sont calcarifères, et dont les inférieurs renferment une matière charbonneuse qui paraît être un véritable lignite. M. Forchammer a trouvé dans cette couche un zoophyte, des dents de squale, un *pecten*, des impressions de bivalves et des traces de débris végétaux.

A cette couche succède un calcaire blanc jaunâtre, dur, et parsemé de grains verts. Son épaisseur est de deux à trois pieds ; quelquefois elle se réduit à quelques pouces, et dans certains endroits elle manque même tout-à-fait. M. Forchammer y signale des coquilles appartenant aux genres ampullaire, arche, cérithe, cyprée, dentale, patelle, *mytilus*, *trochus*, ainsi que des serpules, des spatangues, des favosites, des turbinolies, des dents de poissons, et des débris indéterminables de coquilles bivalves et univalves, et de polypiers.

Ce calcaire est recouvert d'un autre calcaire formant une masse de 40 et quelquefois de 80 pieds d'épaisseur. Il se divise en plusieurs couches : la plus inférieure renferme des

coraux, des oursins et des coquilles bivalves brisées réunies par un ciment calcaire et terreux.

Les couches suivantes sont limitées par des lits contournés de silex cornés. Ces lits parallèles forment une suite d'ellipsoïdes semblables.

Il est à remarquer que ce calcaire supérieur est rempli de fossiles caractéristiques de la craie supérieure, tels que l'*Ananchytes ovata*, l'*Ostrea vesicularis*, le *Belemnites mucronatus*, etc. Suivant M. Forchammer, l'*Ananchytes ovata* est même quelquefois tellement abondant, que la roche en est presque entièrement composée.

Dans quelques endroits ce calcaire est recouvert par un dépôt que l'on peut appeler *conglomérat calcaire*, qui remplit les enfoncemens formés par les couches ellipsoïdes de silex. Ce conglomérat, dont on trouve des blocs disposés çà et là sur le rivage, est composé de fragmens aigus de silex, et du calcaire à polypiers, dont nous avons parlé, réunis par un ciment calcaire.

TERRAIN CRÉTACÉ HORS DE L'EUROPE.

Nous venons de décrire chacun des étages du terrain crétacé; nous allons faire voir l'ensemble des diverses parties de ce terrain en Asie et en Amérique.

Chaîne du Liban. — Déjà nous avons vu que dans la première de ces deux parties du monde, au pied du Caucase, il existe des dépôts qui se rapportent à l'étage inférieur; nous ne les retrouverons point dans la chaîne du Liban, mais nous y verrons diverses parties du terrain crétacé, dans lesquelles nous reconnaîtrons la craie marneuse et le grès vert.

Les couches les plus supérieures de ce terrain sont en général formées d'un calcaire qui offre beaucoup de variétés d'aspect et de dureté, alternant avec des marnes calcaires ordinairement très-blanches et irrégulièrement feuilletées. Sa partie supérieure, dit M. Botta, est composée d'un étage calcaire et d'un massif marneux, qui ne contient pas de silex; sa partie moyenne est une suite d'alternances de calcaires de différentes duretés : elle est en couches peu épaisses et renferme du silex en lits et en nodules. On trouve des oursins à peu près dans les couches moyennes, et des poissons dans les inférieures. Les assises les plus basses sont formées de nouvelles alternances de calcaire caverneux et de marnes, et offrent beaucoup de silex.

Au-dessous des couches décrites ci-dessus, paraît l'étage moyen ou du grès vert. Il est en général sabloneux, et d'une épaisseur variable. Sa partie supérieure se compose d'un certain nombre de strates calcaires, jaunes, siliceux, et d'une couche bien distincte de calcaire caverneux, au dessous de laquelle la roche devient de plus en plus sabloneuse, jusqu'à ressembler à un grès plus ou moins dur. Il est très-ferrugineux, et il contient du minerai de fer et des gîtes de lignites. Dans quelques localités, et principalement sur le penchant occidental d'une montagne très-haute, qui tient à la base du mont Sannine, ces lignites sont assez abondans pour avoir été l'objet d'une exploitation. Tantôt ils consistent en lits minces feuilletés, d'une substance noire légère, qui brûle assez bien, dit M. Botta, en répandant la même odeur que la houille, tantôt ce sont des morceaux plus compactes, ayant l'apparence et la texture de troncs à demi carbonisés, et contenant des veines et des nids ou boules de sulfure de fer. Ce gîte de lignites est situé dans les couches sabloneuses les plus supérieures, mais les couches inférieures paraissent aussi en recéler.

Ces deux étages du terrain crétacé reposent sur les couches supérieures du terrain jurassique : ainsi, dans la chaîne du Liban, l'étage le plus inférieur du terrain crétacé ne paraît pas exister [1].

Etats-Unis d'Amérique. — Sur le territoire de l'Union, les géologistes américains ont signalé une immense zône de terrain crétacé de plus de 600 lieues de longueur, depuis l'état de Jersey jusque dans le Missouri, et traversant la Géorgie et l'Alabama. Ce qu'il y a de remarquable dans ce dépôt américain, c'est qu'il paraît n'appartenir qu'à l'étage moyen : M. le docteur Morton le désigne sous le nom de *formation de sables ferrugineux* des Etats-Unis. Cette formation présente de grandes variations dans ses caractères minéralogiques : très-souvent, dit M. de la Bèche, il est formé de petits grains friables, d'une couleur bleuâtre ou verdâtre terne, tirant fréquemment sur le gris. Les parties dominantes de la marne de cette formation sont de la silice et du fer. Elle renferme des couches subordonnées d'argile, de marne calcaire et d'un gravier siliceux, dont les grains varient depuis la grosseur ordinaire de ceux du sable gros-

[1] Observations sur le Liban et l'Antiliban, par M. Botta fils.— Mémoires de la Société géologique de France, tome I, 1re partie.

sier, jusqu'à 1 ou 2 pouces de diamètre. La marne calcaire est quelquefois d'un brun jaunâtre, et toute parsemée de grains verts de silicate de fer. Quelquefois aussi elle contient une grande quantité de mica.

Ce qui prouve que cette formation appartient au terrain crétacé, c'est la liste des fossiles qu'elle renferme, bien que plusieurs espèces diffèrent de celles que l'on trouve dans le même terrain en Europe; c'est aussi la nature des couches qui la recouvrent dans la partie méridionale des Etats-Unis: ainsi à Clairbonne, à Alabama et à Wilmington, il y a au-dessus du grès un calcaire renfermant des Nummulithes, des Peignes et des Gryphées, qui pourraient bien appartenir à l'étage supérieur.

En général les travaux des géologistes américains ne sont pas encore assez avancés pour que l'on puisse déterminer d'une manière précise les différens étages du terrain crétacé dans l'Amérique septentrionale.

Formes du sol de l'étage inférieur. — Les montagnes et les collines composées de roches qui appartiennent à cet étage varient de formes, suivant la nature minéralogique des dépôts qui y dominent. On conçoit en effet que les argiles wealdiennes et les sables ferrugineux donnent naissance à des collines différentes de celles qui sont composées du calcaire de Purbeck; et que, lorsque les différentes assises de la formation wealdienne se trouvent réunies, elles constituent des montagnes d'une autre forme que les diverses assises réunies de la formation néocomienne.

Les montagnes sont généralement aplaties. Dans le Boulonnais, suivant M. Rozet, les sables ferrugineux occupent des plateaux et présentent souvent des escarpemens, dans lesquels les calcaires et les grès se montrent en saillies sur les sables et les argiles.

Dans la Morée, le dépôt de calcaires bleus et noirs, et de marnes noires et bleues, schisteuses et micacées, qui constituent l'étage inférieur, forment des montagnes de 300 à 400 mètres de hauteur au-dessus de la plaine de Tripolitza. Ces montagnes ont en général des pentes abruptes et déchirées.

Utilité dans les arts. — Le fer oxidé répandu dans les deux premières assises de l'étage inférieur est exploité dans plusieurs pays, et notamment en Angleterre. Il en est de même des lignites que l'on y trouve. Le minerai de fer pisi-

forme du département de la Haute-Saône est utilisé par les usines du pays. Dans la partie de l'ancien pays de Brisgau, qui appartient au grand-duché de Bade, on exploite, pour les usines près de la petite ville de Candern, du minerai de fer pisiforme et réniforme que l'on tire d'une masse d'argile sableuse que plusieurs géologistes rapportent à la formation wealdienne. Nous avons cité les exploitations de fer qui existent en Pologne dans cet ensemble de couches argileuses, sableuses, et calcareo-marneuses, appelé dans le pays *Kurzawka*.

En Angleterre, le calcaire de Purbeck donne de bonnes pierres de construction, qui étaient très-recherchées dès le moyen âge, ainsi que l'attestent les nombreuses églises gothiques qui en sont bâties; ce calcaire est encore estimé comme le prouvent un grand nombre d'édifices de Londres. Plusieurs couches sont susceptibles d'un beau poli, et sont employées comme marbres dans les constructions.

En Morée, lorsque l'industrie et le luxe y auront fait des progrès, il n'y a pas de doute que l'on utilisera les calcaires bleus, certains marbres, comparables pour le ton et la beauté à nos plus beaux marbres demi-deuil, et cette *brèche Portor*, que vante M. Virlet, roche que nous avons vu que l'on pouvait placer dans l'étage inférieur.

Ces exemples suffisent pour donner une idée de l'utilité dont cet étage peut être dans les arts et l'industrie.

Ainsi que l'a remarqué dans le Boulonnais M. Rozet, les marnes et les argiles de cet étage retenant facilement les eaux, donnent naissance à un grand nombre de sources, dont plusieurs sont ferrugineuses : ce qui s'explique par l'abondance du fer dans cet étage. Néanmoins, ajoute-t-il, la végétation du sol qu'il forme n'est pas très-active.

En Morée, M. Virlet a aussi observé que les calcaires constituent souvent des montagnes fort arides.

DÉPÔTS PLUTONIQUES.

Nous avons vu plusieurs roches d'origine ignée traverser et recouvrir des dépôts du terrain supercrétacé, nous devons nous attendre à voir des roches d'une semblable origine jouer un rôle plus ou moins important dans le terrain crétacé. Toutefois nous n'y verrons pas les trachytes, qui forment des masses si imposantes en Auvergne, ou du moins on en connaît très-peu d'exemples incontestables; mais nous y trouverons encore le basalte, et de plus le porphyre

pyroxènique, la roche appelée ophiolithe, et celle qui, bien qu'étant une variété de diorite, a été nommée depuis longtemps ophite par Palassou, qui a été frappé de sa disposition dans les Pyrénées.

En Irlande la craie est traversée par des filons de trapp, de basalte et de tuf basaltique ou pépérine. Quelquefois la roche ignée altère et change tout-à-fait la texture de la craie : c'est ainsi que près de Belfort, dans la même île, ainsi que dans la petite île de Raghlin, la craie, par la chaleur que lui a fait éprouver le contacte du porphyre pyroxènique, s'est transformée en un véritable marbre bleu foncé ou blanc verdâtre ; et que dans l'île de Chio la craie a été fendillée par le contact d'un porphyre semblable. Dans la même île cette roche, d'origine ignée, forme des filons au milieu de la craie, et recouvre même sa partie supérieure. La craie du Vicentin est également traversée et altérée par des filons, tantôt de basalte et tantôt de porphyre noir ou pyroxènique, qui renferme même des veines de galeine argentifère et de blende ou sulfate de zinc.

Le basalte et la pépérine basaltique forment aussi des couches et des filons dans le grès vert du Vicentin et de l'île de Chio.

Suivant M. Dufrénoy, au milieu du terrain crétacé des environs de Salies, de Mont-Saunes et de Marsoulas (département de la Haute-Garonne), on voit plusieurs monticules d'ophite et de gypse. Ces deux roches sont postérieures au terrain crétacé ; le gypse renferme des masses isolées de calcaire compacte noir et d'ophite.

Dans les Pyrénées espagnoles, aux environs de Campo, on remarque au milieu du terrain crétacé, dont les couches sont presque verticales, une sorte de brèche à galets d'ophite et à pâte de calcaire. « L'ophite, dit M. Dufrénoy, étant, d'après plusieurs observations récentes que nous avons faites conjointement avec M. Elie de Beaumont, plus moderne que les terrains tertiaires, la présence de fragmens de cette roche au milieu de couches régulières du terrain de craie est un fait singulier et difficile à expliquer. La seule supposition qui nous paraisse en rendre compte, est d'admettre que l'ophite a été injecté dans le terrain à un état assez liquide, et qu'il s'est ensuite concentré en nodules à la manière des agates. Le mouvement que le terrain a dû éprouver par suite du soulèvement de l'ophite, aura fait glisser les couches les unes sur les autres, de sorte qu'il en sera résulté un froissement

considérable qui aura brisé les calcaires et formé sur place la brèche qui sépare les couches de calcaire compacte.

» Les masses d'ophites, dit encore M. Dufrénoy, forment des monticules isolés, arrondis, placés presque toujours au pied de la chaîne des Pyrénées ou dans les vallées. Cependant il existe quelques amas de ces porphyres presque au centre de la chaîne, comme ceux de *Larreau* au haut de la vallée de Mauléon, du *col de Plan* sur le revers méridional, etc., mais ils sont rares; cette circonstance tient probablement à la manière dont les ophites se sont fait jour à la surface; en général ils ne paraissent pas y être arrivés liquides, ils n'ont point coulé, et probablement ils se sont élevés en masses pâteuses par des excavations larges, comme la plupart des roches cristallines plus anciennes que les basaltes. »

Dans toute la partie occidentale des Pyrénées, les nombreuses masses d'ophites paraissent se trouver à une petite profondeur et former le fond du sol. C'est au soulèvement de cette roche que paraissent se rapporter les dislocations de cette partie de la chaîne. La montagne granitique des Trois-Couronnes, placée, dit M. Dufrénoy, au sud-est de Bayonne, et à peu de distance de Saint-Jean-de-Luz, semble elle-même avoir été soulevée par l'action de l'ophite.

Cette roche paraît avoir fait éprouver une altération plus ou moins grande aux autres roches avec lesquelles elle est en contact. Ainsi le calcaire, généralement compacte et esquilleux, est cristallin et en partie dolomitique lorsqu'on s'approche des masses d'ophites; et au contact même de cette roche, le calcaire est carié comme celui qu'on appelle *cargnieule* dans les Alpes, où, ainsi que dans les Pyrénées, il est associé à des masses gypseuses.

La proximité de l'ophite est toujours annoncée aussi par des variations brusques dans l'inclinaison et la direction des couches, et par la présence de brèches plus ou moins abondantes.

Sur la côte de Bayonne, à peu de distance au sud de Biaritz, les couches de terrain crétacé qui forme tout le littoral, sont, dit M. Dufrénoy, fortement contournées et brisées au contact d'un amas de gypse accompagné de marnes rouges et d'ophite. « Ce dérangement n'est pas le seul que présentent ces couches; on observe en outre qu'elles convergent toutes vers un point qui serait situé à une petite distance en mer, entre Biaritz et Bidart. Cette disposition annoncerait que

l'ophite et le gypse que l'on voit sur la côte ne sont qu'un témoin d'un amas beaucoup plus considérable.

Nous avons vu que l'ophite est presque constamment associé au gypse ; nous ajouterons que le sel gemme accompagne aussi le gypse, et que dans les Pyrénées la présence de ce minéral est révélée par de nombreuses sources salées ; mais que dans la Catalogne, et spécialement à Cordona, le sel gemme est associé au gypse et à ses marnes rougeâtres, ce qui a fait croire à quelques géologistes que le sel gemme était une dépendance du terrain crétacé de cette localité, tandis que, de même que le gypse et le sel gemme qui accompagnent l'ophite, il y a été formé postérieurement et même à une époque assez récente, époque à laquelle appartient l'apparition de l'ophite.

En Morée, M. Virlet a remarqué que c'est aux épanchemens d'ophiolithes que l'étage du grès vert doit ses caractères les plus essentiels. Ces épanchemens ne paraissent pas s'être faits d'un seul jet ; ils ont eu lieu à plusieurs reprises. Sur la route de Kastri à Damala, les ophiolithes alternent avec le grès vert. Les roches de cette formation ont même éprouvé, par l'action de l'épanchement ophiolithique, plusieurs genres de modification et d'altération : les grès, par exemple, ont pris une structure fragmentaire et un éclat lustré.

L'apparition des ophiolithes en Morée n'est pas de la même date que celle des ophites dans les Pyrénées : elle paraît être antérieure à l'étage du grès vert, mais leurs épanchemens ne se font pas remarquer dans le terrain supercrétacé.

Suivant M. de Léonhard, des trachytes interrompent çà et là dans les Karpathes les masses de grès karpathiques. Ces roches plutoniques y sont accompagnées de leurs propres conglomérats, et les derniers recouvrent les dépôts de sel gemme, c'est-à-dire, selon nous, qu'ils apparaissent sur les dépôts supercrétacés. Dans le voisinage des trachytes, le grès karpathique a éprouvé des gonflemens. L'amphibolite, roche que l'on doit regarder comme d'origine ignée, se présente en masses prismatiques et pénètre pareillement dans le grès karpathique.

Les roches ignées que nous venons de citer ne sont pas les seules à signaler dans le terrain crétacé : suivant M. Weiss, près de *Wein böhla*, la syénite s'est élevée par des fentes à travers le *plœnerkalk*, qui fait partie de l'étage supérieur de ce terrain, et M. Nauman a signalé, non loin de

Dresde, des entrelacemens de craie marneuse et de syénite; mais M. Boué pense au contraire que c'est la craie qui s'est déposée sur la syénite, dont elle a rempli les fentes.

Le grès viennois inférieur renferme, suivant M. Boué, quelques amas droits et columnaires de *serpentine*, comme entre Waidhofen et Ipsitz, sur la rive septentrionale de l'Ips. « On y trouve épars, dit-il, des morceaux jaspoïdes ressemblant aux roches altérées par les mêmes matières ignées en Toscane et en Ligurie; mais ces altérations sont infiniment plus évidentes près de Willendorf, en Basse-Autriche, où les mêmes éruptions qui se sont faites dans deux points au milieu du calcaire alpin, ont altéré ce dernier, et ont uni les produits volcaniques à cette roche au moyen d'une brèche calcareo-serpentineuse. »

Les assises marno-calcaires inférieures du grès viennois offrent encore une autre roche ignée intimement liée à la précédente; c'est cette *diorite* qui, dans la Moravie orientale, présente plusieurs variétés très-feldspathiques, foncées ou décomposées, qui sont identiques par leur nature et par leur époque d'éruption avec les *ophites* de la Mayenne et des Pyrénées.

Les diorites de la Moravie remplissent évidemment dans le grès viennois de grandes crevasses, dont l'ouverture entière n'atteint pas toujours la surface du sol; au contraire, dit M. Boué, souvent la tête de ces filons ressort pendant un court espace, pour se cacher plus loin sous la grande masse des roches qu'elles ont eu à percer.

Un des plus beaux filons d'ophite, ajoute M. Boué, est celui qui forme une crête basse de 30 pieds de hauteur, entre Paskéwitz et Bogushowitz, non loin de Teschen. On le suit sans interruption pendant une demi-heure, sur une largeur de 300 toises, tandis qu'ailleurs il se rétrécit et se rélargit accidentellement. On le voit distinctement passer sous le grès calcaire viennois. Sur le côté sud, à Paskéwitz, le schiste calcaire gris au contact est altéré et demi-cristallin.

TABLEAU

DE LA PUISSANCE ET DE L'ÉLÉVATION DU TERRAIN CRÉTACÉ.

L'épaisseur de ce terrain ou celle des divers étages et des différentes variétés de roches qui le composent, varient autant que leur élévation au-dessus du niveau de la mer, ainsi qu'on peut le voir par ce tableau dans lequel nous ne relatons que le maximum d'épaisseur et d'élévation dans les localités les plus connues.

Localités.		Nature des dépôts.	Puissance.	Élévation.
Angleterre et Irlande.		Craie supérieure	213m.	337m.
		Grès vert supérieur	30	»
		Gault	46	»
		Grès vert inférieur	76	330
		Argile wealdienne	91	»
		Grès ferrugineux	122	»
		Calcaire de Purbeck	76	»
France.	Département du Calvados.	Craie supérieure	100	300 / 400
		Grès vert	65	400
	Seine	Terrain crétacé	100	»
	Seine-Infre.	Craie blanche	85	150
		Craie marneuse	25	»
		Craie glauconieuse	55	»
		Grès ferrugineux	15	»
	Seine-et-Oise	Craie blanche	115	88
	Aisne	*idem*	250	»
	Sarthe	Grès vert	»	400
	Marne	Craie blanche	»	100
Au Harz		Craie blanche	200	»
Monts Karpathes		Grès vert	»	1666
Saxe		Craie blanche	26	»
		Grès vert	266	530
Bohême		*idem*	»	445
Silésie. — Henschener		*idem*	»	965
Autriche.	Environs de Vienne.	*idem*. (M. Kahlenberg, Grès à Fucoïdes).	»	400
Savoie.	Mont Salève	Craie blanche	»	1007
	Montagne des Fis	Grès vert	»	2300
	Près d'Annecy	Terrain crétacé	»	444
Suisse.	Près de Brientz	Terrain crétacé	»	580
	Près de Stanz	*idem*	»	1900
	Près d'Altorf	*idem*	»	440
	Près de Glaris	*idem*	»	490
	Près de Saint-Gall	*idem*	»	665
	Près de St-Maurice	*idem*	»	470

	Localités.	Nature des dépôts.	Puissance.	Élévation.
Apennins.	Bochetta.	(Grès vert ou grès à Fucoïdes.)	»	790
	Pietra Mala.	*idem.*	»	1000
	Monte Sibillo. . . .	*idem.*	»	2266
	Monte Vetore . . .	*idem.*	»	2543
Espagne.—Mont Serrat.		*idem.*	»	1266
Pyrénées.—Mont Perdu.		Terrain crétacé.	»	3433
Alpes.	Grande Chartreuse.	*idem.*	»	2133
	Sainte-Baume. . . .	*idem.*	»	896
	Mont Ventoux . . .	*idem.*	»	2000
	Buet.	*idem.*	»	3266
	Diablerets.	*idem.*	»	3333
	Pilate.	*idem.*	»	2266
	Sentis	*idem.*	»	2566
	Mont Capella (Croatie)	*idem.*	»	1000
Morée.	Plaine de Nauplie. .	Grès vert.	210	»
	Idem.	Marne et calcaires bleus.	300	»

TABLEAU GÉOGRAPHIQUE

DES DIFFÉRENS ÉTAGES DU TERRAIN CRÉTACÉ.

ÉTAGE SUPÉRIEUR.

Nature des dépôts.	Localités.
Craie blanche et Craie grisâtre.	EUROPE. — *France* : la Picardie, la Normandie, le pays Chartrain, la Touraine, une partie du Poitou, le Blaisois, une partie de la Bourgogne et la Champagne; Meudon, Bougival et Marly, dans les environs de Paris ; à Beyne, près de Grignon : dolomie de la craie. *Angleterre* : comtés d'Herdford, de Norfolk, de Sussex, de Lincoln, de Kent, etc. *Belgique* : environs de Bruxelles, de Liége, de Mons et de Maestricht. *Prusse* : environs de Dortmund, de Lengerich et de Soest, dans la province de Westphalie; d'Osterwiek, dans celle de Saxe. *Hanovre* : environs d'Osnabruck et de Lunebourg. *Duché de Brunswick* : environs de Langelsheim. *Bohême*, environs de Neu-Kollin : craie blanche coquillère ; environs de Leitmeritz, de Theresienstadt et de Chrudim. *Galicie* : environs de Léopold. *Podolie* : environs d'Olesko, de Podhorce et de Zloczow. *Lithuanie* : environs de Grodno. *Volhynie* : environs de Krzemieniec.

Nature des dépôts.	Localités.
Craie blanche et Craie grisâtre.	*Pologne :* environs de Misniow et de Baranow, palatinats de Krakovie et de Lublin. *Royaume de Saxe :* environs de Dresde et de Pirna. *Danemark*, îles de Faxöe, Möen, Seeland, Laaland, Elster, Fionie : craie coquillère; Saltholm, et dans les environs de Lyngbie et de Lemvig sur le continent. *Suède :* Malmöe, Falsterbo, en Scanie; environs de Christianstad, en Gothie; de Carlshamn, dans la préfecture de Bleking. *Russie :* versant septentrional des montagnes de la Krimée, bords du Volga, bords du Dniester, bords du Dnieper. *Portugal :* lignes de Torrès-Védras. *Irlande :* environs de Belfast, falaise de Kenbaan, île de Rughlin. AMÉRIQUE. — *États-Unis*, environs d'Alabama, de Clairbonne et de Wilmington : craie à nummulithes, griphées et peignes. ASIE. — *Syrie :* dans la chaîne du Liban.

ÉTAGE MOYEN.

Nature des dépôts.	Localités.
Grès vert.	EUROPE. — *France :* bords de la mer, entre Ambleteuse et Blancnez, dans le département du Pas-de-Calais, Saint-Martin-le-Nœud, Savignies, Hanvoile, Hécourt, Gournay, aux environs de Beauvais; Cap-de-la-Hève, près du Havre; environs du Mans et de La Flèche; île d'Aix : grès vert avec marnes à fucoïdes; Sarlat : grès vert très-siliceux; Fumel, Libos et Dax; Bidache et Oléron : grès vert à fucoïdes; Saillies, Nahen : grès vert à dolomie, grès à fucoïdes; La Grasse, Font-Froide près de Narbonne, Mont de-la-Clape : calcaire coquiller du grès vert; environs d'Orange : grès vert à polypiers; environs de Valenciennes et d'Anzin : tourtia ou craie de l'étage du grès vert; environs de Réthel : tourtia riche en coquilles. *Duché de Brunswick*, environs de Blankenbourg et d'Helmstedt : grès vert à impressions de végétaux. *Hanovre :* environs de Goslar. *Prusse*, Ilsenbourg, dans la province de Saxe : craie verte. *Saxe*, environs de Pirna et de Kœnigstein : grès vert coquiller. *Espagne :* environs de Saint-Sébastien, Mont-Serrat, massif qui renferme les mines de sel de Cardona.

Nature des dépôts.	Localités.
Grès vert.	*Suisse*, Dent-de-Morcles et Diablerets : grès vert à nummulithes ; mont Niesen, près du lac de Thoun : grès vert et agglomérats ; près de Taviglione : grès vert quartzeux, avec craie à nummulithes et polypiers ; environs de Genève, à la perte du Rhône : grès vert à orbitolithes. *Italie* (états sardes), environs de Nice : grès vert à nummulithes ; près d'Albaro : grès et marnes à fucoïdes. *Savoie*, Entrevernes : grès vert coquiller à lignites ; Mont-Voirons : grès à fucoïdes. *Ile d'Elbe* : grès apennin (arenaria macigno de M Savi), contenant des fucoïdes. *Prusse* (Silésie) : environs de Glatz, de Tribau, de Bunzlau, d'Aicha. *Bavière*, environs de Biuck : grès vert et autres roches siliceuses ; de Kehlheim : grès vert avec dolomie ; environs de Sonthofen : grès vert avec conglomérats, et calcaire à dicerates et nummulithes ; environs d'Olstadt et d'Amergau : grès à fucoïdes et à calcaire scaglia. *Royaume Lombard-Vénitien*, environs de Saint-Orso : grès vert coquiller et calcaire à nummulithes ; environs de Brescia. *Pays de Salzbourg*, Kressenberg, Elexhausen et Haunsberg : grès vert coquiller et ferrifère ; environs de Gosau : grès vert coquiller. *Archiduché d'Autriche*, environs de Vienne : grès à fucoïdes. *Galicie*, environs de Baranow : grès vert. *Russie* (Oukraine), environs de Kaniof : Bassin du Volga. Argile schisteuse, grès vert. *Moravie*, environs d'Obora : grès vert à lignites et à résine fossile. *Suède* : environs d'Ystad, de Tralleborg, de Malmoe. *Angleterre* : comtés de Lincoln, d'York, de Cambridge, etc. ; environs de Hastings, forêt de Tilgate, île de Wight. *Morée* : entre Arcadia et Parlitza ; à Sidero-Kastro, dans la vallée du Pamisus, à l'est de Kalamata et dans les plaines de Bedeni, dans celles de Modon et dans celles de la partie occidentale de la Morée, jusqu'à Patras, plaine de Napoli. *Saxe* : grès de Kœnigstein et de Pirna, montagnes appelées Erzgebirge.

Nature des dépôts.	Localités.
Grès vert.	ASIE. — *Syrie* : dans la chaîne du Liban.
Argile.	EUROPE. — *France* : Saint-Martin-le-Nœud, aux environs de Beauvais.
Marne.	*Savoie*, mont Voirons : marne coquillère.
Craie verte.	*Bavière* : environs de Ratisbonne. *Savoie*, Cluse : craie verte coquillère; montagne du Fis, près de Servoz. *Prusse* : environs d'Unna et de Lichtenau, dans la province de Westphalie.
Craie verte compacte analogue à quelques scaglia.	*Illyrie*, environs de Bleiberg : calcaire dans lequel sont les gisemens de minerais de plomb. *Savoie*, mont Voirons : craie compacte à ammonites ; Bonneville : craie compacte à rudistes. *Morée* : la plupart des hauts sommets de l'Argolide, tels que les monts Tricorphi, l'Arachnée, le Didyme, etc. ; la montagne de Navarin, les collines de Katakolo, de Klemoutzi, de Kounoupeli, etc. ; en Livadie, au mont Zigos, dans les collines d'Anatolico, etc.
Calcaire noir schisteux.	*Savoie* : col d'Anterne à Sixt.
Schistes.	*Hongrie* et *Transylvanie*, environs de Trentschin et de Hradisch, ainsi que sur la route de Puchow à Wsetin : schistes à fucoïdes et calcaire scaglia.
Minerai de fer.	*Bavière*, environs de Kandern : dépôt ferrifère du grès vert à silex jaspoïdes coquillers; de Sonthofen : fer granuliforme coquiller.
Calcaire du grès vert.	*Prusse* (Silésie), Alt-Titschen : calcaire du grès vert. *Bohême*, environs de Pragues : calcaire coquiller. *Illyrie*, mont Predel : calcaire du grès vert ; Zoviniaco : calcaire à nummulithes, alternant avec grès, lignites et amas pyriteux. *Galicie*, Koscieslike : agglomérat calcaire à nummulithes et grès vert.
Grès ferrugineux.	AMÉRIQUE. — *États-Unis* : Nouvelle-Jersey, Maryland ; à Ashwood, dans la Caroline septentrionale ; à Mars's-Bluff, à Nelson's Ferry, dans la Caroline du sud ; près de Sandersville en Géorgie ; entre Portland, Cahawba et Mongomery, dans l'Alabama ; dans le Mississipi ; dans le sud-ouest du Tennessée ; entre Alexandrie et Nachetoches, dans la Louisiane ; sur le plateau calcaire de Redriver dans l'Arkansas ; enfin dans le Missouri, sur le bord du fleuve de ce nom, par 43° 40′ de latitude septentrionale, et 72° de longitude occidentale.

ÉTAGE INFÉRIEUR.

Nature des dépôts.	Localités.
Argile, sables et Calcaire d'eau douce.	*Angleterre* : environs de Lyme-Regis et de Portland, comtés d'York, de Sussex et de Kent; environs de Purbeck, île de Wigth. *France* : environs de Boulogne.
Marne.	*France*, île d'Aix : marnes à résine fossile.
Sables et grès.	*France*, environs de Champniers : grès à paludines.
Calcaire et marne.	*Suisse* : environs de Neuchâtel, plusieurs parties du Jura. *Russie* : Krimée, versant septentrional des montagnes de cette presqu'île.
Calcaire bleu.	*Morée* : environs de Tripolitza et de la montagne de Ziria, mont Orexis, environs de Marmarovouno.
Grès de Pirna ou Quadersandstein.	*Bohême* : environs de Grund, de Bunzlau, de Chlumets, de Kladno, de Beraun, de Przelautsch, de Pardubitz, de Jaronivez, de Politz, de Kœniggratz et de Braunau. *Prusse* : province de Silésie, environs des villages de Giersdorf et de Wahlstadt; province de Brandebourg, environs de Wusterhausen; province de Saxe, environs de Derenbourg. *Moravie* : environs de Zwittau et de Wiegstadt.

TABLEAU DES ANIMAUX VERTÉBRÉS FOSSILES

DU TERRAIN CRÉTACÉ.

ÉTAGE SUPÉRIEUR.

POISSONS.	Principales localités.
Squalus mustela ? — galeus ? — cornubicus ? — zygæna. Muræna Lewesiensis. Zeus Lewesiensis. Salmo ? Lewesiensis. Esox Lewesiensis. Amia ? Lewesiensis.	Angleterre : comté de Sussex.

	Principales localités.
Balistes. Diodon. Poissons : genres non déterminés.	France : environs de Paris et de Troyes. Angleterre : Wilts.
Dents et palais de poissons.	Westphalie : Bochum. Prusse : Aix-la-Chapelle. Suède : Scanie.
Excrémens de poissons.	Angleterre : Sussex. Belgique : Maëstricht.

REPTILES.

Mosasaurus Hoffmanni.	Idem.
Crocodile de Meudon.	Environs de Paris.
Reptiles : genres non déterminés.	Argile de Speeton, Yorkshire.
Chélonée de Maëstricht.	Maëstricht.

ÉTAGE MOYEN.

POISSONS.

Saurodon Leanus. Dents et vertèbres de requins. REPTILES. Crocodiles : plusieurs espèces. Geosaurus. Mosasaurus. Plesiosaurus. Tortues.	Amérique septentrionale : particulièrement dans l'État de New-Jersey.
Reptiles ; genres non déterminés.	Angleterre : comté d'York.

ÉTAGE INFÉRIEUR.

POISSONS.

Lepisosteus. Silurus.	Sables de Hastings, Sussex.
Débris de poissons : genres indéterminés.	Argile de Weald, couches d'Ashburnham, Sussex, couches de Purbeck, sables de Hastings, île de Wight.

REPTILES.

Crocodilus priscus.	Sables de Hastings, Sussex.
— Espèce non déterminée.	Couches d'Ashburnham, Sussex, couches de Purbeck, argile de Weald, baie de Swanage.

Leptorynchus. Iguanodon.	Sables de Hastings, Sussex.
Megalosaurus.	Sables de Hastings, couches d'Ashburnham, Sussex.
Plesiosaurus. Pterodactylus.	Sables de Hastings, Sussex.
Tortues des genres Trionix, Emys, Chelonia.	Sables de Hastings, couches de Purbeck, Sussex.

TABLEAU DES CRUSTACÉS FOSSILES

DU TERRAIN CRÉTACÉ.

ÉTAGE SUPÉRIEUR.

	Principales localités.
Astacus Leachii. — Sussexiensis.	Comté de Sussex.
— ornatus.	Comté d'York.
— Espèce non déterminée.	Sussex.
Pagurus Faujasii.	Sussex, Maestricht.
Scyllarus Mantelli. Eryon : espèce non déterminée. Arcania : idem. Etyæa : idem. Corystes : idem.	Sussex.
Cancer punctulatus. — Leachii. — rugosus. — antiquus.	Sussex.

ÉTAGE MOYEN.

Cancer quadrilobatus. — Espèce indéterminée. Astacus longimanus.	France : Saint-Sever. Angleterre : Lyme Regis.
Anthophyllum atlanticum.	Amérique septentrionale : États-Unis.

ÉTAGE INFÉRIEUR.

Cypris Faba.	Angleterre : île de Wight, baie de Swanage, argile wealdienne et sables de Hastings.

TABLEAU DES VÉGÉTAUX FOSSILES

DU TERRAIN CRÉTACÉ.

ÉTAGE SUPÉRIEUR.

	Principales localités.
CONFERVES.	
Confervites fasciculata.	Ile de Bornholm.
— ægagropiloïdes.	
Espèce non déterminée.	Sussex.
ALGUES.	
Fucoïdes Lyngbianus.	Ile de Bornholm.
— Brongniarti.	Sussex.
— Targioni.	
Espèce non déterminée.	
CYCADÉES.	
Cycadites Nilssonii.	Suède : Scanie.
ARBRES DICOTYLÉDONS.	
Bois percé par des mollusques perforans.	Sussex.

ÉTAGE MOYEN.

ALGUES.	
Fucoïdes Brardii.	France : Pialpinson (Dordogne).
— orbignianus.	Ile d'Aix.
— strictus.	
— tuberculosus.	
— Targioni.	Les Voirons, près Genève ; macigno de Florence.
— æqualis.	Vernasque, dans le Plaisantin.
— difformis.	Bidache, près Bayonne.
— canaliculatus.	
— intricatus.	Côtes de Gênes, environs de Florence.
— sulcatus.	
— ramosus.	

NAYADES.

Zosterites caulinæfolia.	Île d'Aix.
— lineata.	
— bellovisana.	
— elongata.	
— orbigniana.	

FOUGÈRES.

Plusieurs espèces non déterminées.	Angleterre : Lyme Regis.

ARBRE DICOTYLÉDON.

Bois percé par des mollusques perforans.	Idem. Amérique septentrionale : États-Unis.

ÉTAGE INFÉRIEUR.

CYCADÉES.

Mantellia nidiformis.	Angleterre : Purbeck, île de Portland.
Cycadeoidea megalophylla.	
— microphylla.	

FOUGÈRES.

Priopteris reticulata.	Environs de Beauvais ; forêt de Tilgate.
Sphenopteris Mantelli.	Sussex.
Lonchopteris idem.	

ÉQUISÉTACÉES.

Calamites : espèce non déterminée.	Idem.

LYCOPODIACÉES.

Lycopodites? espèce non déterminée.	Idem.

DIVERS VÉGÉTAUX.

Clathraria Lyellii.	Forêt de Tilgate ; Sussex.
Carpolithus Mantelli (fruit qui appartient probablement à la plante précédente.)	
Lignite et végétaux non décrits.	

TABLEAU DES ZOOPHYTES,

DES RADIAIRES, DES ANNELIDES, DES CIRRIPÈDES, DES CONCHIFÈRES ET DES MOLLUSQUES

DU TERRAIN CRÉTACÉ DANS LE NORD DE L'EUROPE.

ÉTAGE SUPÉRIEUR.

	Localités.
Achilleum glomeratum.	Maestricht.
— fungiforme.	
— Morchella.	Essen, Westphalie.
Manon capitatum.	Maestricht.
— tubuliferum.	
— pulvinarium.	Maestricht, Essen, Westphalie.
— Peziza.	Maestricht.
— stellatum.	Essen.
— pyriforme.	Coesfeld.
Scyphia verticillites.	Maestricht, Nehou.
— mammillaris.	Essen, Westphalie.
— furcata.	
— infundibuliformis.	Essen.
— foraminosa.	
— Sackii.	Essen, Westphalie.
— tetragona.	Essen.
— fungiformis.	
— Mantellii.	Coesfeld, Westphalie.
— Dechenii.	
— Murchisonii.	Maestricht, Nehau.
Spongia ramosa.	Sussex, Yorkshire.
— lobata.	Sussex.
— plana.	
— capitata.	
— osculifera.	
— convoluta.	
— marginata.	
— radiciformis.	Yorkshire.
— terebrata.	
— lævis.	
— porosa.	
— cribrosa.	

	Localités.
Spongus Townsendi.	Sussex.
— labyrinthicus.	
Tragos Hippocastanum.	Maestricht.
— deforme.	Essen.
— rugosum.	Essen, Westphalie.
— pisiforme.	
— stellatum.	Essen.
Alcyonium globulosum.	Beauvais, Meudon, Amiens, Tours, Gien; calcaire à baculites : Normandie (Desn.).
— pyriforme.	Sussex.
— Espèce non déterminée.	Sussex, Warminster.
Choanites subrotundus.	Sussex.
— Konigi.	Sussex, Warminster.
— flexuosus.	Sussex.
Ventriculites radiatus.	Sussex, Moen.
— alcyonoides.	Sussex.
— Benettiæ.	Sussex, Yorshire.
Siphonia Websteri.	Sussex.
— cervicornis.	Haldern, Westphalie.
Hallirhoa costata.	Warminster.
Gorgonia bacillaris.	Maestricht.
Nullipora racemosa.	
Millepora Fittoni.	Sussex.
— Gilberti.	
— antiqua?	Calcaire à baculites, Normandie (Desn.).
— madreporacea.	Maestricht.
— compressa.	
— Espèce non déterminée.	Meudon.
Eschara cyclostoma.	Maestricht.
— pyriformis.	
— stigmatophora.	
— sexangularis.	
— cancellata.	
— arachnoide.	
— dichotoma.	
— striata.	
— filograna.	
— disticha.	Meudon.
Cellepora ornata.	Maestricht.
— Hippocrepis.	
— Velamen.	
— dentata.	
— crustulenta.	
— bipunctata.	
— escharoides	Essen, Westphalie.

	Localités.
Retepora clathrata.	
— lichenoides.	Maestricht.
— truncata.	
— disticha.	
Retepora cancellata.	Maestricht.
Flustra utricularis.	Sussex.
— reticulata.	Calcaire à baculites, Normandie (Desn.).
— flabelliformis.	
— Espèce non déterminée.	Sussex.
* Cœloptychium acaule.	Maestricht et environs de Munster.
Ceriopora micropora.	
— cryptopora.	
— anomalopora.	
— dichotoma.	
— milleporacea.	
— madreporacea.	Maestricht.
— tubiporacea.	
— verticillata.	
— spiralis.	
— pustulosa.	
— compressa.	
— stellata.	Maestricht, Essen.
— diadema.	Maestricht.
— polymorpha.	
— gracilis.	
— spongites.	
— clavata.	Roches crétacées, Essen.
— trigona.	
— mitra.	
— venosa.	
— cribrosa.	
Lunulites cretacea.	Maestricht, Tours; calcaire à baculites, Normandie (Desn.).
Caryophyllia centralis.	Sussex, Yorkshire; calcaire à baculites, Normandie (Desn.).
— cyathus.	Rouen, Sussex.
— costellatus.	Sussex.
— conulus.	Yorkshire.
* Anthophyllum proliferum.	Faxoe, Suède.
Turbinolia mitrata.	Aix-la-Chapelle.
— Kœnigi.	Gault, Sussex.
Fungia radiata.	Grès crétacé; Aix-la-Chapelle.
— cancellata.	Maestricht.
• — coronula.	Essen, Westphalie.

	Localités.
Chenendopora fungiformis. Hippalimus fungoides.	Warminster.
Diploctenium cordatum. — pluma. Meandrina reticulata. Astrea flexuosa. — geometrica. — clathrata. — escharoides. — textilis. — velamentosa. — gyrosa. — elegans. — angulosa. — geminata. — arachnoides. — rotula. — magrophthalma.	Maestricht.
— muricata. — stylophora.	Meudon.
Pagrus proteus (Defr.).	Meudon, Tours : calcaire à baculites, Normandie (Desn.).

RADIAIRES.

Apiocrinites ellipticus.	Sussex, Yorkshire, Touraine; calcaire à baculites, Normandie (Desn.), Maestricht, Westphalie.
Pentacrinites. Espèce non déterminée. Marsupites ornatus. — milleri.	Sussex.
Glenotremites paradoxus.	Speldorf, entre Duisberg et Muhlhein.
Asterias quinqueloba.	Angleterre, Maestricht, Rinkerode près Munster.
— Espèce non déterminée.	Paris, Rouen; calcaire à baculites, Normandie, Angleterre.
Pentagonaster semilunatus. Pentaceros lentiginosus.	Côtes de Douvres.
Cidaris cretosa. — claviger.	Sussex.
— vulgaris.	Pologne.
— regalis.	Maestricht.
— vesiculosa.	Essen, Westphalie.
— scutiger.	Kehlheim, Bavière.
— crenularis.	France.

	Localités.
Cidaris granulosa.	Aix-la-Chapelle, Maestricht, Essen, Westphalie.
— saxatilis.	Sussex.
— Espèce non déterminée.	Yorkshire.
Echinus regalis.	Essen, Westphalie.
— alutaceus.	Essen.
— granulosus.	Kehlheim, Bavière.
Galerites albo-galerus.	Sussex, Yorkshire, Dieppe, Quedlinbourg et Aix-la-Chapelle; Lublin, Pologne, Lyme Regis.
— vulgaris.	Sussex, Dreux, etc.; Quedlinbourg, Aix-la-Chapelle, Lyme Regis.
— subrotundus.	Sussex, Yorkshire.
Galerites Hawkinsii.	Sussex.
— abbreviatus.	Quedlinburg, Aix-la-Chapelle.
— canaliculatus.	Büren et Brincken, Westphalie.
— subuculus.	Coesfeld, Essen, Westphalie.
— sulcato-radiatus.	Maestricht.
— Espèce non déterminée. Clypeus : espèce non déterminée.	Warminster.
Clipeaster Leskii.	Maestricht
— fornicatus.	Münster, Westphalie.
Echinoneus subglobosus. — placenta.	Maestricht.
— peltiformis.	Balsberg, Scanie.
Nucleolites ovulum. — scrobicularis.	Maestricht.
— rotula.	Rouen.
— patellaris.	Maestricht.
— pyriformis.	Maestricht et Aix-la-Chapelle.
— lacunosus.	Essen, Westphalie.
— cordatus.	Essen.
— carinatus.	Aix-la-Chapelle et Hildesheim, Essen, Westphalie.
— lapis cancri.	Aix-la-Chapelle, Maestricht; grès vert supérieur, Warminster.
— Espèce non déterminée.	Calcaire à baculites : Normandie; craie inférieure; Tours, Rouen.

	Localités.
Ananchytes ovata.	Sussex, Yorkshire, Moen, Meudon; calcaire à baculites, Normandie, Limhamn, Suède, Coesfeld, Westphalie, Lublin, Pologne.
— hemisphærica. — intumescens.	Yorkshire.
— pustulosa.	Joigny, Paris, Rouen et Moen, Norwich.
— conoidea.	Aubel, Belgique.
— striata.	Maestricht, Aix-la-Chapelle, Quedlinburg.
— sulcata.	Aix-la-Chapelle, Maestricht.
— corculum.	Coesfeld, Westphalie.
— Espèce non déterminée.	Craie : Warminster
Spatangus Cor-anguinum.	Sussex, Yorkshire, Meudon, Joigny, Dieppe, Torp, Scanie, Dorset et Devonshire, Paderborn, Bielefeld, Münster, Coesfeld, Aix-la-Chapelle; calcaire dit Plœnerkalk : Saxe, Lublin, Pologne, Mont-Ferrand, Pic de Bugarach, Pyrénées.
— rostratus.	Sussex, Joigny.
— planus.	Sussex, Yorkshire.
— retusus.	Wiltshire (Lons.).
— cordiformis.	Sussex.
— suborbicularis.	Maestricht.
— punctatus.	Warminster.
— granulosus.	Maestricht.
— subglobosus.	Quedlinburg, Büren, Paderborn.
— nodulosus.	Essen, Westphalie.
— radiatus. — truncatus.	Maestricht.
— ornatus.	Aix-la-Chapelle.
— Bucklandii.	Essen.
— bufo.	Meudon, Havre; calcaire à baculites : Aix-la-Chapelle, Maestricht, Sussex. (Espèce prunella de Mantell, suivant M. Brongniart.)
— arcuarius. — prunella.	Maestricht.

	Localités.
Spatangus amygdala.	Aix-la-Chapelle.
— gibbus.	Paderborn, Westphalie.
— Cor-testudinarium.	Maestricht et Quedlinburg, Coesfeld, Westphalie.
— bucardium.	Aix-la-Chapelle.
— lacunosus.	Quedlinburg, Aix-la-Chapelle.
— murchisonianus.	Sussex.
— hemisphæricus. — argillaceus.	Yorkshire.
— acutus.	Rouen.
— ambulacrum.	Pyrénées.
ANNELIDES.	
Serpulla ampullacea.	Sussex, Norfolk.
— plexus.	Sussex.
— rustica. — articulata.	Folkstone.
— obtusa. — fluctuata. — ? macropus.	Norfolk.
— triangularis.	Rinkerode, Munster.
— draconocephala.	Maestricht.
— subtorquata.	Marne bleue crétacée : Rinkerode près Munster.
— sexangularis. — Noggerathii.	Rinkerode.
— erecta.	Maestricht.
— amphisbæna.	Marne crétacée, Maestricht.
— crenato-striata.	Baumberg.
— gordialis.	Maestricht.
— Espèce non déterminée.	Yorkshire, Paris, Charlottenlund, Köpinge, Scanie.
CIRRIPÈDES.	
Pollicipes sulcatus.	Sussex.
— maximus.	Norfolk.
CONCHIFÈRES.	
Magas pumilus (Orthis dalmann)[1].	Norwich, Meudon, Maestricht.
Thecidea radians. — recurvirostra.	Maestricht ; calcaire à baculites : Normandie.
— hieroglyphica.	Essen.
Terebratula subrotunda.	Sussex.
— carnea.	Sussex, Meudon.
— ovata. — undata. — elongata.	Sussex.

1 M. Deshayes doute de l'existence de cette coquille à Maestricht.

	Localités.
Terebratula plicatilis.	Sussex, Meudon, Moen, M. des Fis.
— subplicata.	Sussex, Yorkshire, Maestricht, Tours, Beauvais; calcaire à baculites ; Normandie.
— curvirostris.	Köpinge, Scanie.
— Mantelliana. — Martini. T. Pisum. — rostrata. — squamosa.	Sussex.
Terebratula biplicata.	Sussex, Cambridge.
— lata.	Warminster.
— subundata.	Yorkshire, Rouen.
— pentagonalis. — inconstans. — tetraedra. — lineolata.	Yorkshire.
— Defrancii.	Meudon, Sussex (Mant. T. striatula.), Yorkshire, Balsberg, Morby, Suède, Maestricht.
— alata.	Meudon, Köpinge, Morby, Suède.
— octoplicata.	Dieppe, Balsberg, Ignaberga, Suède.
— gallina.	Calcaire à baculites : Normandie.
— pectita.	Calcaire à baculites : Normandie, Ignaberga, Scanie? Havre, Wilts, Maestricht.
— recurva.	Maestricht; calcaire à baculites : Normandie (Desn.).
— lævigata. — triangularis.	Köpinge, Scanie.
— longirostris.	Balsberg, Kjuge, Suède.
— lyra.	Warminster.
— rhomboidalis.	Kjuge, Morby, Suède.
— semiglobosa.	Charlottenlund, Suède, Moen, Yorkshire.
— obtusa.	Cambridge.
— obesa.	Warminster, Bünde, Kündert.
— aperturata.	Essen.
— chrysalis.	Maestricht.
— dissimilis.	Speldorf.

	Localités.
Spatangus amygdala.	Aix-la-Chapelle.
— gibbus.	Paderborn, Westphalie.
— Cor-testudinarium.	Maestricht et Quedlinburg, Coesfeld, Westphalie.
— bucardium.	Aix-la-Chapelle.
— lacunosus.	Quedlinburg, Aix-la-Chapelle.
— murchisonianus.	Sussex.
— hemisphæricus.	Yorkshire.
— argillaceus.	
— acutus.	Rouen.
— ambulacrum.	Pyrénées.
ANNELIDES.	
Serpulla ampullacea.	Sussex, Norfolk.
— plexus.	Sussex.
— rustica.	Folkstone.
— articulata.	
— obtusa.	Norfolk.
— fluctuata.	
— ? macropus.	
— triangularis.	Rinkerode, Munster.
— draconocephala.	Maestricht.
— subtorquata.	Marne bleue crétacée : Rinkerode près Munster.
— sexangularis.	Rinkerode.
— Noggerathii.	
— erecta.	Maestricht.
— amphisbæna.	Marne crétacée, Maestricht.
— crenato-striata.	Baumberg.
— gordialis.	Maestricht.
— Espèce non déterminée.	Yorkshire, Paris, Charlottenlund, Köpinge, Scanie.
CIRRHIPÈDES.	
Pollicipes sulcatus.	Sussex.
— maximus.	Norfolk.
CONCHIFÈRES.	
Magas pumilus (Orthis dalmann)[1].	Norwich, Meudon, Maestricht.
Thecidea radians.	Maestricht ; calcaire à baculites : Normandie.
— recurvirostra.	
— hieroglyphica.	Essen.
Terebratula subrotunda.	Sussex.
— carnea.	Sussex, Meudon.
— ovata.	Sussex.
— undata.	
— elongata.	

[1] M. Deshayes doute de l'existence de cette coquille à Maestricht.

	Localités.
Terebratula plicatilis.	Sussex, Meudon, Moen, M. des Fis.
— subplicata.	Sussex, Yorkshire, Maestricht, Tours, Beauvais; calcaire à baculites; Normandie.
— curvirostris.	Köpinge, Scanie.
— Mantelliana.	
— Martini. T. Pisum.	Sussex.
— rostrata.	
— squamosa.	
Terebratula biplicata.	Sussex, Cambridge.
— lata.	Warminster.
— subundata.	Yorkshire, Rouen.
— pentagonalis.	
— inconstans.	Yorkshire.
— tetraedra.	
— lineolata.	
— Defrancii.	Meudon, Sussex (Mant. T. striatula.), Yorkshire, Balsberg, Morby, Suède, Maestricht.
— alata.	Meudon, Köpinge, Morby, Suède.
— octoplicata.	Dieppe, Balsberg, Ignaberga, Suède.
— gallina.	Calcaire à baculites : Normandie.
— pectita.	Calcaire à baculites : Normandie, Ignaberga, Scanie? Havre, Wilts, Maestricht.
— recurva.	Maestricht; calcaire à baculites : Normandie (Desm.).
— lævigata.	Köpinge, Scanie.
— triangularis.	
— longirostris.	Balsberg, Kjuge, Suède.
— lyra.	Warminster.
— rhomboidalis.	Kjuge, Morby, Suède.
— semiglobosa.	Charlottenlund, Suède, Moen, Yorkshire.
— obtusa.	Cambridge.
— obesa.	Warminster, Bünde, Kündert.
— aperturata.	Essen.
— chrysalis.	Maestricht.
— dissi[illegible]	[illegible]peldorf.

	Localités.
Terebratula microscopica. — peltata.....	Maestricht.
— varians.	Essen.
— vermicularis.	Maestricht.
— minor.	Kjuge.
— pulchella.	Scanie.
— costata.	Kjuge.
— lens.	Charlottenlund, Suède.
— depressa.	Gourdon.
* Terebratula spathulata.	Suède.
* — rigida.	Norwich.
— intermedia.	Sussex.
— spatula.	Balsberg.
Crania parisiensis.	Meudon, Brighton, Maestricht.
— antiqua.	Calcaire à baculites : Normandie (Desn.), Schlenacken, Maestricht.
— striata.	Calcaire à baculites : Normandie, Balsberg, etc., Suède, Maestricht.
— stellata.	Calcaire à baculites : Normandie (Desn.) [1].
— spinulosa.	Kjuge, Morby, Suède, Maestricht.
— tuberculata.	Scanie.
— nummulus.	Balsberg, Kjuge en Scanie, Schlenacken, Schonen.
— nodulosa.	Maestricht, Suède.
Orbicula : espèce non déterminée.	Grès vert inférieur, Sussex, Yorkshire.
Sphœrulites dilatata.	Royan et Talmont, embouchure de la Gironde.
— Moulinii.	Maestricht.
Ostrea vesicularis.	Sussex, craie : Périgueux, Meudon, Maestricht ; calcaire à baculites : Normandie, Köpinge, Kjuge, Suède.
— semiplana. — canaliculata. — carinata.	Sussex.
— serrata.	Suède, Dreux, Maestricht.
— lateralis.	Köpinge, Ifo, Scanie, Essen.
— clavata.	Morby, Suède (variété de l'O. vesicularis).

[1] Cette espèce avait été nommée *Crania costata* par Sowerby; elle se trouve aussi à Maestricht.

	Localités.
Ostrea hippopodium.	Ifo, Carlshamn, Suède, var. de l'O. vesicularis (Desh.).
— curvirostris.	Ifo, Kjuge, Scanie.
— acutirostris.	Ifo, Scanie.
— flabelliformis.	Kjuge, Morby, Suède, Essen.
— pusilla.	Köpinge, Scanie.
— diluviana ? [1].	Balsberg, Kjuge, Morby, Carlshamn, Suède.
— lunata.	Ahus, Yngsjö, Scanie.
— incurva.	Kjuge, Oppemanna, c'est peut-être une variété de l'O. vesicularis (Desh.).
— ? plicata.	Kjuge, Suède.
— larva.	Maestricht.
— haliotoidea.	Warminster, Essen, Kjuge, Balsberg, Morby.
— ostracina.	Maestricht.
— pectinata.	Le Hâvre.
Gryphæa vesiculosa.	Sussex. (Variété de l'Ostrea vesicularis, suivant M. Deshayes.)
— auricularis.	Périgueux, Kazimirz, Pologne.
— columba.	Craie : Kazimirz, Pologne, Saumur, Mans.
— plicata.	Saumur.
— truncata.	Maestricht.
— canaliculata.	Wilts.
— Une petite espèce.	Dans le calcaire à baculites de la Normandie, et dans la craie d'autres parties de la France.
Podopsis lata.	Sussex.
— obliqua.	Sussex.
— striata.	Yorks, Havre, Essen, Bochum.
— truncata.	Normandie, Touraine, Balsberg et autres lieux en Suède, Lyme Regis.
— lamellata.	Kjuge, Morby, Suède [2].

[1] M. Brongniart pense que cette *Ostrea diluviana* de M. Nilson, est l'*Ostrea serrata* de M. Defrance.

[2] M. Deshayes pense que ce *Podopsis striata* est la même coquille que le *Plagiostoma spinosum* de Sowerby. Voyez ci-après.

	Localités.
Plicatula inflata. — pectinoides.	Sussex, Cambridge.
— spinosa.	Sussex.
Pecten quinquecostatus.	Sussex, Meudon; calcaire à baculites, Normandie (Desn.), Köpinge et autres lieux en Suède.
— Beaveri. — triplicatus. — orbicularis.	Sussex.
— quadricostatus[1].	Maestricht, calcaire à baculites, Normandie (Desn.), Warminster[2].
— cretosus.	Meudon, Lublin, Pologne, Angers, Maestricht.
— arachnoides.	Meudon et Normandie; craie, Lublin, Pologne.
— intextus[2].	Havre, calcaire à baculites, Normandie, Angers.
— serratus.	Balsberg; Köpinge; Suède.
— septemplicatus.	Balsberg, Kjuge, Suède.
— multicostatus.	Balsberg, Suède.
— undulatus.	Köpinge, Käseberga, Scanie.
— subaratus.	Balsberg, Kjuge, Suède.
— pulchellus.	Köpinge, Balsberg, Suède.
— lineatus.	Köpinge, Morby, Suède.
— virgatus.	Balsberg, Morby.
— membranaceus.	Köpinge, et autres lieux, Suède.
— lævis.	Köpinge, Yngsjö, Suède, Aix-la-Chapelle.
— inversus.	Köpinge, Suède.
— asper.	Warminster, Lublin, Pologne, Bochum.
— nitidus.	Sussex.
— regularis.	Maestricht.
— cornutus.	Köpinge.
— dentatus.	Balsberg.
— Makovii.	Makow en Podolie.
— crenatus.	Koping.
— lamellosus. — orbicularis.	Sussex.

[1] M. Deshayes considère ce *Pecten quadricostatus*, comme une simple variété du *Pecten quinquecostatus*.

[2] Suivant M. Honinghaus, ce *Pecten intextus* est identique avec le *Pecten serratus* de M. Nilson, cité plus bas.

	Localités.
— Espèce non déterminée.	Sussex, argile de Speeton; Yorks.
Lima pectinoides.	Maestricht.
* — striata.	
— muricata.	
Plagiostoma spinosum [1].	Sussex, Meudon, Dieppe, Rouen, Périgueux, Pologne, Köpinge; Suède; Dorset et Devon, Weinbohla, Saxe; Quedlinburg, Osterfeld.
— Hoperi	Sussex.
— Brightoniense.	
— elongatum.	
— asperum.	
— ovatum.	Balsberg et Kjuge, Suède.
— semisulcatum.	Balsberg et autres lieux, Suède; craie, Künder, Saumur.
— Mantelli.	Douvres, Moën; Danemarck.
— granulatum.	Köpinge, Kjuge, Suède.
— elegans.	Balsberg, Morby; Suède.
— pusillum.	Balsberg, Köpinge, Suède.
— turgidum.	Saintes.
— punctatum?	Maestricht, Balsberg; Suède.
— denticulatum.	Ignaberga, Kjuge.
— squamatum.	Maestricht.
Meleagrina approximata.	Maestricht.
Avicula cœrulescens.	Köpinge, Käseberga, Suède.
— Espèce non déterminée.	Sussex, Maestricht?
— triptera.	Maestricht.
Inoceramus Cuvieri.	Sussex, Yorks, Meudon, Balsberg, Ignaberga, Kjuge, Suède.
— Brongniarti.	Sussex, Yorks, Käseberga, Köpinge, Suède, Czarkow, Pologne; Quedlinburg.
— Lamarkii [2].	Sussex.
— mytiloides.	Sussex, Warminster.
— cordiformis.	Gravesend.

[1] *Pachites spinosa* de M. Defrance. Suivant M. Deshayes, les espèces de *Plagiostoma* dont M. Defrance a fait son genre *Pachites*, se rapportent au genre *Spondylus*; et toutes les autres espèces de *Plagiostoma* appartiennent au genre *Lima*.

[2] Suivant M. Deshayes, l'*Inoceramus (catillus) Lamarkii*, et l'*Inoceramus Brongnarti* sont la même espèce.

	Localités.
Inoceramus latus.	Sussex.
— Websteri.	
— striatus.	
— undulatus.	
— involutus.	Sussex, Norfolk.
— tenuis.	Sussex.
— Cripsii.	
— concentricus.	Sussex, Warminster.
— sulcatus.	Sussex.
— gryphœoides.	
— pictus.	Surrey.
— rigosus.	Quedlinburg.
— fornicatus.	Westphalie.
— cardissoides.	Quedlinburg.
Mytiloides labiatus.	Balne, Saumur.
— solenoides.	Calcaire à baculites; Normandie, Warminster, Maestricht, Marsilly, Aix-la-Chapelle.
Pinna gracilis.	Yorks.
— tetragona.	Devizes.
— flabellum.	Bochum [1].
— restituta.	Walkenburg.
— subquadrivalvis.	Cotentin, Saumur.
— tetragona.	
Mytilus lœvis.	Bougival.
Pachymya Gigas.	Lyme Regis.
Chama Cornu Arietis.	Kjuge, Morby, Suède. Variété gryphoïde de l'Ostrea vesicularis.
— laciniata.	Kjuge, Balsberg, Morby, Suède.
— recurvata.	Doué.
— halictidea.	Bulsberg.
Trigonia alœformis (Sow.).	Eddington.
— pumila.	Köpinge, Scanie.
— arcuata.	Aix-la-Chapelle.
— clavellata.	Sussex.
Nucula pectinata.	Gault, Sussex.
— ovata.	Sussex, argile de Speeton, Yorkshire, Köpinge.
— subrecurva.	Yorkshire.
— truncata.	Käseberga, Scanie.
— panda.	
— producta.	

[1] Le *Pinna flabellum* est une coquille vivante. Est-il bien certain que celle qui est citée ici d'après M. Hœninghaus soit son analogue? (Deshayes.)

	Localités.
Nucula undulata.	Folkstone.
— siliqua.	Maestricht.
Modiola imbricata.	Sussex.
Pectunculus lens.	Balsberg, Köpinge, Suède.
Arca carinata.	Sussex.
— exaltata.	Carlshamn, Suède, Aix-la-Chapelle.
— rhombea.	Balsberg, Suède.
— ovalis.	Köpinge, ou Kœping.
— subacuta.	Maestricht.
Cucullæa decussata.	Sussex; Rouen.
— glabra.	Warminster.
— auriculifera.	Beauvais [1].
Cardita Esmarkii.	Kœping, Scanie.
— Modiolus.	Käseberga, Scanie.
— tuberculata.	Devizes, Angleterre.
Cardium decussatum.	Sussex.
— bullatum.	Aix-la-Chapelle [2].
Venericardia. Espèce non déterminée.	Devizes.
Astarte striata.	Devizes.
Thetis major.	Devizes.
Venus Ringmeriensis.	Sussex.
— exuta.	Kœping.
Corbula punctum.	Yorkshire.
— ovalis.	Kœping.
— caudata.	Kœping.
Crassatella latissima.	Maestricht.
Lutraria ? carinifera.	Lyme Regis.
Mya depressa.	Yorkshire.
— phaseolina.	Yorkshire.
Theredo, espèce non déterminée.	Maestricht.
Pholas ? constricta.	Yorkshire.
Teredina personata.	Sussex [3].
Fistulana pyriformis.	Sussex [3].

MOLLUSQUES.

Dentalium striatum.	Sussex.
— ellipticum.	Sussex.
— decussatum.	Sussex.

[1] M. Deshayes doute que la *Cucullæa auriculifera*, qui est une coquille vivante des mers de la Chine, ait son analogue fossile dans le terrain de craie.

[2] Cette coquille, citée dans la craie d'Aix-la-Chapelle, est-elle l'analogue du *Cardium bullatum*, coquille vivante des mers de l'Inde et de l'Amérique ? (Deshayes.)

[3] M. Deshayes pense que la *Teredina*, indiquée ici d'après M. Mantell, est une autre espèce que la *Teredina personata* de Lamarck, laquelle se trouve dans le terrain parisien.

	Localités.
Dentallium nitens.....	Maestricht.
Patella ovalis.	Balsberg, Scanie.
Helix Gentii.	Devizes.
Auricula incrassata.	Sussex.
— obsoleta.	Yorkshire.
Melania, espèce non déterminée?	Yorkshire.
Ampullaria canaliculata.	Sussex.
Nerita rugosa.....	Maestricht.
Vermetus umbonatus.	Sussex.
— Sowerbii.	Sussex, Yorkshire.
— concavus.	Wilts.
Sigaretus concavus.....	Bochum [1].
Delphinula, espèce non déterminée.	Yorkshire.
Solarium tabulatum.	Yorkshire.
Cirrus depressus.	Sussex.
— perspectivus.	Sussex.
— granulatus.	Sussex.
— plicatus.	Sussex.
Pleurotomaria, espèce non déterminée.	Maestricht.
Trochus Basteroti.	Sussex, Kœping, Scanie.
— linearis.	Sussex.
— agglutinans.	Sussex : Aix-la-Chapelle [2].
— Rhodani.	Sussex, Lyme Regis.
— bicarinatus.	Sussex.
— reticulatus.	Yorkshire.
— inæqualis.	Sussex.
— lœvis.	Kœping, Scanie.
— onustus.	Kœping, Scanie.
Turbo pulcherrimus.	Yorkshire.
— sulcatus.	Kœping, Scanie.
— carinatus.	Cœsfeld, Prusse.
Turritella duplicata.	Maestricht [3].
Pyrula planulata.	Kœping, Scanie.
Pterocera maxima.	Martigues.
Rostellaria Parkinsoni.	Sussex.
— carinata.	Sussex.

---

[1] Le *Sigaretus concavus* est une espèce vivante dans les mers du Pérou; on peut douter que son analogue existe dans le terrain crétacé. (Deshayes.)

[2] Il est à croire que ce *Trochus* diffère du *Trochus agglutinans* de Lamarck, qui se trouve à Grignon. (Deshayes.)

[3] Cette espèce appartient aussi aux terrains subapennins. On doute qu'elle existe à Maestricht. (Deshayes.)

	Localités.
Rostellaria calcarata.	Sussex ; Blackdown.
— composita.	Yorkshire.
— anserina.	Kœping, Scanie.
Strombus papilionatus....	Maestricht, Aix-la-Chapelle [1].
Cassis avellana.	Sussex, Rouen [2].
Dolium nodosum. Eburna, espèce non déterminée. Voluta ambigua.	Sussex.
— Lamberti [3]. Nummulithes lenticulina (Lycophris lenticularis) [4]. — Faujasii (Lycophris Faujasii).	Maestricht.
Lenticulites Comptoni.	Kœping, Suède.
— cristella.	Charlottenlund, Suède.
Lituolites nautiloidea. — difformis.	Paris.
Planularia elliptica.	Charlottenlund, Suède.
— augusta.	Kœping, Scanie.
Belemnites mucronatus.	Sussex, Yorkshire, Suède, Meudon ; calcaire à baculithes : Normandie ; Lublin, Pologne ; Maestricht, Aix-la-Chapelle.
— Scaniæ.	Scanie.
— granulatus.	Sussex.
— lanceolatus.	Sussex, Quedlinbourg.
— minimus.	Sussex, Yorkshire.
— attenuatus.	Sussex.
— mamillatus.	Scanie.
— Listeri.	Sussex.
Actinocamax verus.	Kent.
Nautilus elegans.	Sussex, Rouen.
— expansus. — inæqualis.	Sussex.
— obscurus.	Scanie.
— simplex.	Lyme Regis, Rouen, Aix-la-Chapelle.

---

1 La coquille fossile indiquée ici doit différer du *Strombus papilionatus*, espèce vivante. (Deshayes.)

2 Suivant M. Deshayes, c'est une *Auricula* et non un *Cassis*.

3 La *Voluta Lamberti* se trouve dans le *Crag*. Il est douteux qu'elle existe à Maestricht. (Deshayes.)

4 Il est probable que cette *Nummulithe* n'est pas identique avec le *Lycophris lenticularis* de M. Basterot. (Deshayes.)

	Localités.
Nautilus aperturatus. — pseudo-pompilius ?	Maestricht.
— undulatus.	Nutfield.
Scaphites striatus. — costatus.	Sussex, Rouen.
— obliquus.	Rouen.
Ammonites varians.	Sussex, Wiltshire ; Rouen ; calcaire à baculithes : Normandie.
— Wooggari. — navicularis. — catinus.	Sussex.
— Lewesiensis.	Sussex ; Essen, Prusse.
— peramplus.	Sussex.
— rusticus.	Lyme Regis, Sussex.
— undatus.	Sussex.
— Mantelli.	Sussex, Hanovre, Saumur.
— Rhotomagensis.	Sussex ; Wilts ; calcaire à baculithes : Normandie ; Rouen.
— cinctus.	Sussex.
— falcatus. (Mant.) canteriatus. (Defr.)	Sussex, Rouen.
— curvatus. — complanatus.	Sussex.
— rostratus.	Sussex, Oxfordshire.
— tetrammatus. — planulatus. — catillus. — splendens.	Sussex.
— auritus.	Devizes, Sussex.
— planus.	Sussex, Yorkshire.
— lautus. — tuberculatus.	Sussex.
— Lamberti. — venustus. — concinnus. — rotula. — trisulcosus. — marginatus. — parvus. — hystrix. — fissicostatus. — curvinodus.	Yorkshire.
— inflatus.	Rouen, Havre, Wilts.
— selliguinus.	Lublin, Pologne ; Essen, Prusse ; Sussex.

	Localités.
Ammonites Gentoni.	Calcaire à baculithes : Normandie ; Rouen ; Sussex.
— constrictus.	Calcaire à baculithes : Normandie; Lublin, Pologne.
— Stobæi.	Scanie.
— hippocastanum.	Calcaire avec grains de quarz, Lyme Regis.
— Benettianus.	Warminster.
— Nutfieldiensis.	Calne, comté de Wilts.
— nodosoides.	Bohême.
— Coupei.	Rouen.
Turrilites costatus.	Sussex, près de Calne; Rouen, Havre.
— undulatus.	Sussex.
— tuberculatus.	
Baculites Faujasii.	Sussex, Norfolk, Maestricht, Suède, Bochum, Aix-la-Chapelle.
— obliquatus.	Sussex, Scanie.
— vertebralis.	Maestricht ; calcaire à baculithes, Normandie.
— anceps.	Scanie
— triangularis.	Maestricht.
Hamites armatus.	Sussex, Oxfordshire.
— plicatilis.	Sussex, Yorkshire.
— alternatus.	
— ellipticus.	Sussex, calcaire à baculithes de la Normandie.
— attenuatus.	Sussex, Yorkshire.
— maximus.	
— intermedius.	
— tenuis.	Sussex.
— rotundus.	Sussex, Yorkshire.
— compressus.	Sussex.
— raricostatus.	Yorkshire.
— Beanii.	
— Philipsii.	
— Cylindricus.	Calcaire à baculithes, Normandie.
— spiniger.	Folkstone.

ÉTAGE MOYEN.

ZOOPHYTES.

Scyphia Oyenhausii.	Darup, Westphalie.

	Localités.
Scyphonia ficus.	Quedlimbourg, Prusse.
— punctata.	A l'état siliceux dans le quadersandstein de Goslar.
Hallirhoa costata.	Normandie.
Jerea pyriformis.	Normandie.
Orbitolites lenticulata.	Sussex; perte du Rhône.
Lithodendron gibbosum.	Bochum.
— gracile.	Quedlimbourg.
Polypiers, genres non déterminés.	Grande-Chartreuse; Alpes maritimes; île de Wight.

RADIAIRES.

Cidaris variolaris.	Sussex; perte du Rhône; Essen.
Echinus areolatus.	Balsberg, Scanie; Wilts, Lyme Regis.
— Benettiæ.	Chute, Wilts.
— espèce non déterminée.	Mont. des Fis; calcaire à baculithes.
Galerites depressus.	Mont. des Fis.
Clypeaster oviformis.	Le Mans.
Echinoneus lampas.	Lyme Regis.
Nucleolites rotula.	Mont. des Fis.
— castanea.	Mont. des Fis.
Spatangus cor-anguinum.	Mont. des Fis; Saxe.
— suborbicularis.	Dives, Normandie.
— lævis.	Perte du Rhône.
— espèce non déterminée.	Grande-Chartreuse; Warminster.

ANNELIDES.

Serpula carinella.	Blackdown.
— antiquata.	Wilts.
— trachinus.	Essen, Westphalie.
— lophioda.	Essen, Westphalie.
— lævis.	Essen, Westphalie.
— depressa.	Essen, Westphalie.
— rotula.	Essen, Westphalie.
— quadricarinata.	Ratisbonne.
— cincta.	Essen, Cœsfeld, Aix-la-Chapelle.
— arcuata.	Ratisbonne.
— amphisbæna.	Bochum, Westphalie.
— spirographis.	Essen.
— parvula.	Essen.
— subrugosa.	Baumberg près Munster.
— vibicata.	Rinkerode.
— gordialis.	Paderborn, Essen, Osnabruck; Pirna en Saxe.

CONCHIFÈRES.	Localités.
Terebratula subrotunda.	Bochum.
— carnea.	
— ovata.	Bochum, Kœping en Scanie.
— plicatilis.	Mont. des Fis ; Grande-Chartreuse.
— lata.	Sussex.
— octoplicata.	Quedlinbourg.
— gallina.	Perte du Rhône.
— ornithocephala.	M. des Fis.
— semiglobosa.	Bochum.
— obtusa.	Quedlinbourg.
— dimidiata.	Haldon.
— curvata.	Quedlinbourg.
— dissimilis.	Bochum.
— lacunosa.	Quedlinbourg.
— nucleus.	Bochum, Quedlinbourg.
— ovoidea.	Bochum.
— semi-striata.	
— striatula.	
Orbicula, espèce non déterminée.	Sussex, Yorkshire.
Ostrea carinata.	Bochum, Essen : France, Grasse.
— serrata.	Grasse.
— parasitica.	Bochum.
— truncata.	Griesenbeck.
Exogyra digitata.	Lyme Regis.
— conica.	Wilts, Blackdown, Haldon.
— undata.	Blackdown.
— lævigata.	Nord de l'Irlande.
Gryphæa vesiculosa.	Warminster ; Bouches-du-Rhône.
— sinuata.	Ile de Wight: Grande-Chartreuse.
— auricularis.	Grande-Chartreuse.
— aquila.	Perte du Rhône.
— Columba.	Normandie, Alpes maritimes ; Northamptonshire, Pirna, Kœnigstein, Regenbourg.
— plicata.	Bosingfeld.
Sphæra corrugata.	Ile de Wight.
Spondylus strigilis.	Perte du Rhône.
Pecten quinquecostatus.	Perte du Rhône; Lyme Regis, Blackdown ; Cœsfeld.
— orbicularis.	Kœping, Suède ; Sussex ; Aix-la-Chapelle.
— quadricostatus.	Sussex, Haldon.

	Localités.
Pecten obliquus.	Sussex.
— arcuatus.	Kœping, Suède; Aix-la-Chapelle.
— asper.	Bochum.
— asperrimus [1].	Hardt.
— gryphæatus.	Aix-la-Chapelle.
— nitidus.	
— versicostatus [2].	Aix-la-Chapelle, Minden.
Plagiostoma pectinoides [3].	Perte du Rhône.
— turgidum.	Osterfeld.
Inoceramus mytiloides.	Quedlinbourg, Pirna, Kœnigstein.
— concentricus.	Perte du Rhône, mont. des Fis, Bochum, Quedlinbourg, Essen.
— sulcatus.	Perte du Rhône, mont. des Fis, Nice, Kœping, Scanie.
— gryphæoides.	Lyme Regis.
— rugosus.	Quedlinbourg.
Gervillia aviculoides.	Lyme Regis, île de Wight.
— solenoides.	Sussex, Lyme Regis.
— acuta.	Sussex.
Crenatula ventricosa.	Bochum.
Mytilus lanceolatus.	Sussex, Blackdown.
— edentulus.	Blackdown.
— problematicus.	Bochum.
Modiola æqualis.	Sussex.
— bipartita.	
Trigonia dœdalea.	Sussex, Haldon, île de Wight.
— alæformis.	Sussex, Blackdown, île de Wight.
— spinosa.	Blackdown.
— rugosa.	Perte du Rhône.
— scabra.	
— excentrica.	Blackdown, Sussex.
— nodosa.	Hythe, Kent.
— spectabilis.	Blackdown.
Nucula impressa.	Sussex, Blackdown.

[1] Sans doute que cette coquille, signalée par M. Hœnighaus, n'est qu'une variété du *Pecten asper*, puisque, suivant M. Deshayes, le *Pecten asperrimus* est une coquille vivante qui n'a aucun analogue fossile.

[2] M. Deshayes regarde ce *Pecten versicostatus* comme une variété du *Quinquecostatus*.

[3] Suivant M. Deshayes ce *Pecten pectinoides* est identique avec le *Lima pectinoides*.

<table>
<tr><th></th><th>Localités.</th></tr>
<tr><td>Nucula antiquata.</td><td rowspan="11">Blackdown.</td></tr>
<tr><td>— angulata.</td></tr>
<tr><td>Pectunculus sublævis.</td></tr>
<tr><td>— umbonatus.</td></tr>
<tr><td>Cucullæa glabra.</td></tr>
<tr><td>— carinata.</td></tr>
<tr><td>— fibrosa.</td></tr>
<tr><td>— costellata.</td></tr>
<tr><td>Cardium Hillanum.</td></tr>
<tr><td>— proboscideum.</td></tr>
<tr><td>Astarte striata.</td></tr>
<tr><td>Thetis minor.</td><td>Sussex, Lyme Regis.</td></tr>
<tr><td>— major.</td><td>Blackdown.</td></tr>
<tr><td>Venus parva.</td><td>Sussex, Lyme Regis, île de Wight.</td></tr>
<tr><td>— angulata.</td><td>Sussex, Blackdown.</td></tr>
<tr><td>— faba.</td><td>Sussex, Blackdown, île de Wight.</td></tr>
<tr><td>— ovalis.</td><td>Sussex.</td></tr>
<tr><td>— lineolata.</td><td>Blackdown, Brochum.</td></tr>
<tr><td>— plana.</td><td>Blackdown.</td></tr>
<tr><td>— caperata.</td><td>Lyme Regis, Blackdown.</td></tr>
<tr><td>Lucina sculpta.</td><td>Yorkshire.</td></tr>
<tr><td>Tellina æqualis.</td><td>Sussex.</td></tr>
<tr><td>— inæqualis.</td><td>Blackdown, Sussex.</td></tr>
<tr><td>— striatula.</td><td>Blackdown.</td></tr>
<tr><td>Corbula striatula.</td><td>Sussex.</td></tr>
<tr><td>— gigantea.</td><td rowspan="2">Blackdown.</td></tr>
<tr><td>— lævigatea.</td></tr>
<tr><td>— anatina [1].</td><td>Schonen, Prusse.</td></tr>
<tr><td>Lutraria durgitis.</td><td>Perte du Rhône ; Kœping, Morby, Suède.</td></tr>
<tr><td>Panopœa plicata.</td><td>Osterfeld ; Sussex.</td></tr>
<tr><td>Mya mandibula.</td><td>Sussex, île de Wight.</td></tr>
<tr><td>— plana [2].</td><td>Osterfeld.</td></tr>
<tr><td>MOLLUSQUES.</td><td></td></tr>
<tr><td>Dentalium fissura [3].</td><td>Schonen, Westphalie.</td></tr>
</table>

[1] Cette coquille a été signalée dans le grès vert de ce pays par M. Hœnighaus, mais M. Deshayes doute qu'elle puisse s'y trouver, parce qu'elle appartient au calcaire grossier parisien.

[2] Cette coquille se trouve dans le terrain supercrétacé : aussi M. Deshayes doute-t-il qu'elle existe dans le terrain crétacé.

[3] Cette coquille se trouve dans le calcaire grossier des environs de Paris, et notamment à Grignon : aussi doit-on douter avec M. Deshayes que ce soit la même espèce qui se rencontre dans le grès vert de Schonen en Westphalie.



	Localités.
Patella. Espèce non déterminée.	Wiltshire, Sussex.
Pileopsis. Espèce non déterminée.	Sussex.
Auricula incrassata.	Blackdown.
— turgida [1].	Schonen.
Paludina extensa.	Blackdown.
Ampullaria. Espèce non déterminée.	Mont. des Fis.
Natica carena.	Sussex.
— Espèce non déterminée.	Wiltshire.
Vermetus polygonalis.	Hythe, Kent.
— concavus.	Sussex.
Trochus Gurgitis.	Perte du Rhône.
— rhodani.	Perte du Rhône, Osterfeld, Essen.
— ? cirroides.	Perte du Rhône.
Turbo moniliferus.	Blackdown.
— carinatus.	Cœsfeld.
Cerithium excavatum.	Perte du Rhône, Aix-la-Chapelle.
Pyrula minima.	Aix-la-Chapelle.
Fusus quadratus. Murex calcar.	Blackdown.
Rostellaria Parkinsoni.	Bochum, Cœsfeld.
— calcarata.	Blackdown.
Cassis avellana [2].	Mont. des Fis.
Eburna. Espèce non déterminée.	Perte du Rhône.
Lenticulites Comptoni. Nodosaria sulcata. — lœvigata.	Scanie.
Belemnites. Espèce non déterminée.	Perte du Rhône.
Nautilus undulatus.	Griesenbruch, près de Bochum.
— Espèce non déterminée. Scaphites striatus. — obliquus.	Mont. des Fis.
Ammonites rusticus.	Bochum.
— varians.	Mont. des Fis, Bochum.
— Mantelli.	Bochum.
— Goodhalli.	Sussex, Blackdown, Lyme Regis.
— inflatus.	Ile de Wight, perte du Rhône, mont. des Fis.

[1] L'*Auricula turgida* existe dans le terrain supercrétacé : aussi M. Deshayes doute-t-il que ce soit véritablement cette espèce qui se trouve à Schonen.

[2] Suivant M. Deshayes c'est une *Auricula* et non un *Cassis*.

	Localités.
Ammonites Delnci.	Perte du Rhône, m. des Fis.
— subcristatus.	Perte du Rhône.
— Beudanti.	Perte du Rhône, m. des Fis.
— clavatus. — selliguinus.	Mont. des Fis.
— varicosus. — denarius.	Blackdown.
— Buchii.	Aix-la-Chapelle.
— ornatus.	Paderborn.
— virgatus.	Moscou.
— canteriatus.	Perte du Rhône.
Turrilites Bergeri.	Perte du Rhône, m. des Fis.
— ? Babeli.	Mont. des Fis.
Hamites intermedius.	Aix-la-Chapelle.
— rotundus.	Perte du Rhône, Aix-la-Chapelle.
— funatus.	Perte du Rhône, m. des Fis.
— canteriatus.	Perte du Rhône.
— virgulatus.	Mont. des Fis.
— spinulosus.	Blackdown.
— grandis.	Kent.
— gigas.	Hythe, Kent.

ÉTAGE INFÉRIEUR.

(*Angleterre.*)

D'après M. H. T. DE LA BÈCHE.

CONCHIFÈRES ET MOLLUSQUES.

Cardium turgidum ? — Espèce non déterminée.	Argile de Weald, île de Wight.
Pinna ?... Venus ?...	Argile de Weald, baie de Swanage.
Ostrea : espèce non déterminée.	Argile de Weald, île de Wight, couches de Purbeck, près de Weymouth.
Cyclas membranacea.	Argile de Weald, sables de Hastings, couches d'Ashburnham, Sussex, île de Wight, baie de Swanage.
— media.	Argile de Weald, sables de Hastings et couches d'Ashburnham, Sussex, argile de Weald, île de Wight, baie de Swanage; sables de Hastings, île de Wight.
— cornea....	Sables de Hastings, couches d'Ashburnham, Sussex.

	Localités.
— Espèce non déterminée.	Argile de Weald, île de Wight, baie de Swanage.
Unio porrectus. — compressus.	Sables de Hastings, Sussex.
— antiquus.	Sables de Hastings, couches d'Ashburnham, Sussex.
— aduncus. — cordiformis. — succinea?	Sables de Hastings, Sussex.
Paludina vivipara.	Argile de Weald, sables de Hastings, couches d'Ashburnham, Sussex, couches de Purbeck.
— elongata.	Argile de Weald, sables de Hastings et couches d'Ashburnham, Sussex; argile de Weald, île de Wight, baie de Swanage.
— carinifera. Potamides ou Cerithium : espèce non déterminée.	Argile de Weald, Sussex.
Melania attenuata.	Argile de Weald, baie de Swanage.
— tricarinata.	Argile de Weald, île de Wight, baie de Swanage.

TABLEAU DES FOSSILES

OBSERVÉS DANS LA CRAIE TUFAU, LA CRAIE MICACÉE ET LE GRÈS VERT DE LA TOURAINE.

(D'après M. Félix Dujardin.)

Explication des abréviations de noms d'auteurs employées dans ce tableau et les suivans.

Brong. — Brongniart.
D'Arc. — D'Archiac.
Defr. — Defrance.
Desh. — Deshayes.
Desm. — Desmoulins.
Desmar. — Desmarest.
D'Orb. — D'Orbigny.
Dub. — Dubois de Montpéreux.
Duj. — Dujardin.
Gold. — Goldfuss.
Grat. — Grateloup.
Lam. — Lamarck.
Lin. — Linné.
Mant. — Mantell.
Mont. — Denis Montfort.
Munst. — Munster.
Nils. — Nilsson.
Park. — Parkinson.
Schlot. — Schlotheim.
Sow. — Sowerby.

Craie tufau.

Pentacrinites. (Portions de tiges pentagonales.)
Apiocrinites ellipticus. (Park.)
Asterias. (Fragmens de l'espèce que l'on observe dans la craie blanche.)
Spatangus Bufo. (Brong.)
— coranguinum. (Lam.)
— suborbicularis. (Defr.)
Nucleolites carinatus. (Gold.)
— lacunosus. (Gold.)
— depressus. (Brong.)
Echinus turonensis. (Duj.)
Cidarites variolaris. (Brong.)
— scutiger. (Munst.)
— vesiculosus. (Gold.)
Terebratula rhomboidalis. (Nilss.)
— longirostris. (Nilss.)
— ovata. (Nilss.)
— curvirostris. (Nilss.)
— subundata. (Sow.)
— echinulata. (Duj.)
— alata. (Lam.).
— gallina. (Brong.)
— octoplicata. (Sow.)
Crania parisiensis. (Defr.)

Craie tufau.

Saxicava. (Fragmens indéterminables.)
Solen inflexus. (Duj.)
Panopea cretosa. (Duj.)
Psammobia discrepans. (Duj.)
— circinalis. (Duj.)
Cytherea uniformis, (Duj.)
Venus jucunda. (Duj.)
Cardium productum. (Sedgwich et Murchison.)
— bispinosum. (Duj.)
— insculptum. (Duj.)
— radiatum. (Duj.)
— hillanum. (Sow.)
Arca affinis. (Duj.)
Cucullæa. (Moules intérieurs.)
Pectunculus. (*Id.* de deux espèces au moins.)
Trigonia spinosa. (Sow.)
— tenui sulcata. (Duj.)
Modiola contorta. (Duj.)
Mytilus solutus. (*Idem.*)
Catillus Lamarckii. (Brong.)
— Cuvieri. (Brong.)
Lima semisulcata (Desh.)
— intercostata. (Duj.)
— elegans. (Duj.)
— granulata. (*Idem.*)
— ligeris. (*Idem.*)
— Dujardinii. (Desh.)
— obsoleta. (Duj.)
— divaricata. (*Idem.*)
— frondosa. (*Idem.*)
Pecten versicostatus. (Lam.)
— septemplicatus. (Nils.)
— squamulatus. (Duj.)
— asper. (Lam.)
Spondylus truncatus. (Desh.)
— asper. (Duj.)
Plicatula nodosa (*Idem.*)
Vulsella turonensis. (*Idem.*)
Gryphæa columba. (Lam.)
— auricularis. (Al. Brong.)
— haliotoidea. (Desh.)
— plicifera. (Duj.)
Ostrea vesicularis. (Lam.)
— inconstans. (Duj.)
— serrata. (Defr.)
— gracilis. (Duj.)
— diluviana. (Lam.)
Sphærulites expansus. (Duj.)
Emarginula cretosa. (*Idem.*)
Dentalium. (Moules intérieurs.)
Turritella paupercula. (Duj.)
Ampullaria. (Mant.)

Craie tufau.	Auricula ovum. (Duj.) — sulcata. (Duj.) Delphinula (Moules indéterminables.) Monodonta trochleata. (Duj.) Trochus unatus. (*Idem.*) — simplex. (*Idem.*) Pleurotomaria distincta. (*Idem.*) Cerithium. (Moules intérieurs.) Fusus. (*Idem.*) Murex. (*Idem.*) Voluta. (*Idem.*) Mitra. (*Idem.*) Pyrula, planulata. (Nilss.) Volvaria crassa. (Duj.) Conus tuberculatus. (*Idem.*) Baculithes incurvatus. (*Idem.*) Ammonites polyopsis. (*Idem.*) — rothomagensis. (Defr.) Nautilus elegans. (Sow.) Serpula filosa. (Duj.) Vermilia cristata. (Duj.) CRUSTACÉS. (Moules du test de plusieurs espèces de crustacées Brachyures. POISSONS. (Dents de Squales et vertèbres d'autres poissons). REPTILES. (Ossemens de Sauriens qui paraissent devoir se rapporter mais avec quelque doute au genre *Mosasaurus*.)
Craie micacée.	Spatangus suborbicularis. (Defr.) — coranguinum. (Lam.) Pecten septemplicatus. (Nilss.) — membranaceus. (Nilss.) Lima plicatilis. (Duj.) — frondosa? (Duj.) Trigonia spinosa (Sow.) Gryphæa columba. (Lam.) Nautilus elegans. (Sow.) Ammonites rothomagensis. (Defr.) — polyopsis. (Duj.)
Grès vert.	Pecten tumidus. (Duj.) Terebratula Menardi. Gryphæa aquila. — columba? Ostrea tuberculata.

TABLEAU DES ANIMAUX FOSSILES

DU TERRAIN CRÉTACÉ DU SUD-OUEST DE LA FRANCE.

(D'après M. le vicomte D'ARCHIAC[1].)

ZOOPHYTES.

		Étages.	
Tragos pisiformis.	(Gold.)	E. S.	*a*
Siphonia pyriformis.	(*id.*)	E. S.	*b*
— ficus.	(*id.*)	E. S.	*c*
— incrassata.	(*id.*)	E. S.	*b*
Eschara filograna.	(*id.*)	E. S.	*c*
— sexangulare.	(*id.*)	E. S.	*b*
Cellepora bipunctata.	(*id.*)	E. S.	*a*
Retepora clathrata.	(*id.*)	E. S.	*c*
Ceriopora milleporacea.	(*id.*)	E. S.	*c*
— verticilliata.	(*id.*)	E. S.	*a*
— madreporacea.	(*id.*)	E. S.	*c*
— pustulosa.	(*id.*)	E. S.	*b*
— gracilis.	(*id.*)	E. S.	*b*
Flustres, *plusieurs espèces non déterminées.*		E. S.	*b*
Fungia polymorpha.	(Gold.)	E. S.	*b*
Astrea elegans.	(*id.*)	E. S.	*b*
— flexuosa.	(*id*).	E. S.	*b*
Orbitolites media.	(d'Arc.)	E. S.	*a*
— conica.	(*id.*)	E. S.	*c*
— plana.	(*id.*)	E. S.	
— mamillata.	(*id.*)	E. M.	

---

1 M. d'Archiac a divisé le terrain crétacé du sud-ouest de la France en quatre étages, comme ci-après :

4° Craie jaunâtre friable ;

3° Craie peu cohérente, d'un blanc grisâtre ou jaunâtre, quelquefois micacée et à grains verts ;

2° Craie blanche compacte, quelquefois subcristalline ;

1er Grès vert.

Cette division rentrant dans nos étages *supérieur* et *moyen*, nous désignons dans ce tableau le grès vert par les initiales E. M. (étage moyen), et les trois variétés de craie par les initiales E. S. (étage supérieur), en indiquant la plus supérieure par *a*, la moyenne par *b*, et l'inférieure par *c*.

RADIAIRES.

Pentacrinites scalaris.	(Gold.)	E. S.	*a*, *b*
Marsupites Milleri.	(Mant.)	E. S.	*c*
Asterias stratifera.	(Desm.)	E. S.	*a*
— punctulata.	(*id.*)	E. S.	*a*, *b*
— chilopora.	(*id.*)	E. S.	*b*
Cidarites saxatilis.	(Mant.)	E. S.	*c*
— variolaris.	(Al. Brong.)	E. S.	*c*
— septifera.	(Mant.)	E. S.	*c*
— milliaris.	(d'Arc.)	É. S.	*a*
— scutiger.	(Gold.)	E. S.	*a*
— crenularis [1].		»	»
Echinus (moule imparf.).		E. S.	*c*
* — granulosus.		»	»
* — Milleri.		»	»
Galerites vulgaris.	(Lam.)	E. S.	*b*
— albo galerus.	(*id.*)	E. S.	*b*
* — conoideus.		»	»
* — semiglobus.		»	»
* — ovatus.		»	»
* — ovum (Nova species).	(Grat.)	»	»
* — hemisphæricus.		»	»
* — depressus.		»	»
Clypeaster Leskii.	(Gold.)	E. S.	*a*
— affinis.	(*id.*)	E. S.	*c*
* — marginatus.		»	»
* — altus.		»	»
* — Cuvierii.		»	»
* — hemisphæricus.		»	»
Scutella subtetragona.		»	»
Ananchytes semiglobosa.	(Lam.)	E. S.	*b*
— ovata.	(*id.*)	E. S.	*b*
— striata.	(*id.*)	E. S.	*b*
— pustulosa.	(*id.*)	E. S.	*b*
— hemisphærica.	(Al. Brong.)	»	»
* — gibba.		»	»
* — elliptica.		»	»
* — conoidea.		»	»
* — coravium.		»	»
* — corculum.		»	»
* — cordata.		»	»
Spatangus coranguinum.	(Lam.)	E. S.	*c*
— cortestudinarium.	(Gold.)	E. S.	*b*
— suborbicularis.	(Defr.)	E. S.	*c*
— ornatus.	(*id.*)	E. S.	*c*
— ambulacrum.	(Desh.)	»	»
— Buffo.	(Al Brong.)	»	»

[1] Nous marquons d'un astérisque les Échinides ajoutés à ce tableau d'après le travail M. de Grateloup.

Spatangus prunella.	(Lam.)	»	»
• — canaliferus.		»	»
• — buccardium.		»	»
• — punctatus.		»	»
• — retusus.		»	»
• — gibbus.		»	»
• — Hoffmanni.		»	»
• — aquitanicus. (N. Sp.)	(Grat.)	»	»
• — acuminatus.		»	»
• — ovatus.		»	»
• — pyriformis. (N. Sp.)	(Grat.)	»	»
Nucleolites castanea.	(Al. Brong.)	E. S.	*b*
— carinatus.	(Gold.)	E. S.	*c*
• — orbicularis (N. Sp.)	(Grat.)	»	»
• — testudinaria.		»	»
• — scutata.		»	»
• — heptagonus. (N. Sp.)	(Gratt.)	»	»

ANNÉLIDES.

Serpula spirulæa.	(Gold.)	»	»
— heliciformis.	(*id.*)	E. S.	*c*
— rotula.	(*id.*)	»	»
— quadricarinata.	(*id.*)	E. S.	*b*

CONCHIFÈRES.

Terebratula octoplicata.	(Sow.)	E. S.	*b*
— alata.	(Lam.)	E. S.	*b*
— alata, var. *a*.	(obliqua d'Ar.)	E. S.	*b*
— alata, var. *b*.	(deltoïdea.)	E. S.	*b*
— Defrancii.	(Al. Brong.)	E. S.	*b*
— santonensis.	(d'Ar.)	E. S.	*a*
— plicatilis.	(Sow.)	E. S.	*b*
— lata.	(*id.*)	E. S.	*b*
— depressa.	(Lam.)	E. S.	*b*
— biplicata.	(Sow.)	E. S.	*c*
— Menardi.	(Lam.)	E. S.	*a*
— pectita.	(Sow.)	E. S.	*b*
Crania spinulosa.	(Nilss.)	E. S.	*a*
Orbicula lamellosa.	(d'Ar.)	E. S.	*a*
Hyppurites radiosa.	(Desm.)	»	»
— cornupastoris.	(Desm.)	E. S.	*b*
— organisans. (Batolites organisans, Montf.)		E. S.	*b*
— fistula.	(Desm.)	E. S.	*b*
— birostre, d'une espèce qui paraît différer des précédentes.			
Sphærulites crateriformis.	(Desm.)	E. S.	*a, b*
— Jouanetii.	(*id.*)	»	»
— jodamia.	(*id.*)	»	»
— foliacea.	(Lam.)	»	»
— cylindracea.	(Desm.)	E. S.	*b*
— turbinata.	(Lam.)	E. S.	*a, b*

Sphærulites hœninghausi.	(Desm.)	E. S.	*a*
— ingens.	(*id.*)	E. S.	*a*
— Bournonii.	(*id.*)	E. S.	*a*
— dilatata.	(*id.*)	E. S.	*a*
— calceoloides.	(*id.*)	E. S.	*c*
— ponsiana.	(d'Ar.)	E. S.	*b*
Ichthyosarcolites triangularis,	(Desmar.)	E. S.	*c*
Caprina adversa, var. *a*.	(D'Orb.)	E. S.	*c*
— adversa, var. *b*.	(*id.*)	E. S.	*c*
— affinis.	(*id.*)	E. S.	*c*
Caprina (inédite).		E. S.	*b*
Diceras arictina.	(Lam.)	E. S.	*b*
Ostrea vesicularis.	(*id.*)	E. S.	*b*
— vesicularis, var.		E. S.	*a*
— bi-auriculata.	(Lam.)	E. S.	*c*
— carinata.	(*id.*)	E. S.	*b*
— serrata.	(Defr.)	E. S.	*b*
— prionata.	(Gold.)	E. S.	*b*
— pennaria.	(Lam.)	E. S.	*b*
— diluviana.	(*id.*)	E. S.	*b*
— costata.	(Sow.)	E. S.	*b*
— harpa.	(Gold.)	E. S.	*b*
— colubrina.	(Lam.)	E S.	*c*
— proboscidea.	(d'Ar.)	E. S.	*b*
Exogyra columba. (Gryphæa columba, Lam.)		E. M.	*a*
— columba, var. *a*, minor.	(d'Ar.)	E. M.	
— columba, var. *b*, minima.	(*id.*)	E. M.	
— aquila.	(Al. Brong.)	E. S.	*b*
— auricularis, variété.	(*id.*)	E. S.	*a*, *b*
— flabellula.	(Gold.)	E. S.	*b*
— contorta.	(d'Ar.)	»	»
Spondylus lineatus.	(Gold.)	»	»
—truncatus. (Podopsis truncata, Lam.)		E. S.	*b*
—spinosus. (Plagiostoma spinosa, Sow.)		E. S.	*b*
—echinoides.	(d'Ar.)	E. S.	*b*
Pecten quinquecostatus.	(Sow.)	E. S.	*b*
— striatocostatus.	(Gold.)	E. S.	*a*
— var. *a*, gibba.		E. S.	*a*
— var. *b*, complanata.		E. S.	*b*
— var. *c*, maxima.		E. S.	*c*
— obliquus.	(Sow.)	E. S.	*b*
— cretosus.	(Defr.)	E. S.	*a*
— intextus.	(Al. Brong.)	E. S.	*b*
— asper, variété *minor*.	(*id.*)	E. S.	*b*
— muricatus.	(Gold.)	E. S.	*c*
— Boissyi.	(d'Ar.)	E. S.	*c*
— var. simplex.		»	»
Lima semisulcata.	(Nilss.)	E. S.	*a*
—operi. (Plagiostoma operi, Sow.)		E. S.	*b*
—aspera.	(Mant.)	»	»
—turgida. (Plagiostoma turgidum, Lamk.)		E. S.	*b*
—Mantelli. (Plagiostoma Mantelli, Al. Brong.)		E. S.	*b*
—maxima.	(d'Ar.)	E. S.	*a*

Avicula (indéterminée).		E. S.	*b*
Vulsella falcata.	(Gold.)	E. S.	*c*
— var. *a.*	(d'Ar.)	E. S.	*b*
Inoceramus Cuvieri.	(Sow.)	E. S.	*b, c*
— Cripsii.	(Mant.)	E. S.	*b*
— undulatus (moule).	(*id.*)	E. S.	*c*
Modiola Dufrenoyi.	(d'Ar.)	E. S.	*b*
Mytilus (moule).		»	»
Unio (indéterminée; moule).		»	»
Chama canaliculata.		E. S.	*c*
— suborbiculata.	(d'Orb.)	E. M.	
Etheria transversa.	(Lam.)	E. M.	
Trigonia scabra.	(*id.*)	E. S.	*c*
— excentrica.	(Sow.)	E. M.	
— alæformis.	(*id.*)	E. S.	*b*
Nucula pectinata.	(Mant.)	E. S.	*c*
Pectunculus lens (moule).	(Nilss.)	E. S.	*a*
Cucullea carinata (*id.*)	(Sow.)	»	»
— sagittata (*id.*)	(d'Ar.)	»	»
— tumida (*id.*)	(*id.*)	»	»
Cardita tuberculata (*id.*)	(Sow.)	»	»
Hemiccardium tuberculatum(*id.*)	(Brong.)	»	»
Cardium hillanum (*id.*)	(Sow.)	»	»
— proboscideum.	(*id.*)	E. S.	*b, c*
Cypricardia orbiculata.	(d'Ar.)	E. S.	*c*
Isocardia dicerata.	(d'Orb.)	»	»
— Ortoceras.	(*id.*)	»	»
— brevis.	(*id.*)	»	»
— striatula.	(Sow.)	»	»
Venus lineolata (moule).	(*id.*)	E. S.	*a*
Astarte (moule imparfait).		E. S.	*a, b*
Mya mandibula.	(Sow.)	»	»

MOLLUSQUES.

Patella (indéterminée).		»	»
Paludina (*id.*).		E. M.	»
Ampullaria (*id.*; moule).		E. S.	*b*
Cirrus depressus.	(Mant.)	»	»
Pleurotomaria (indéterminé).		»	»
Trochus Gibbsi.		»	»
Turbo, turrillitellatus.	(d'Ar.)	E. S.	*a*
Turritella (indéterminée).		»	»
Cerithium excavatum.	(Brong.)	»	»
Nerinea bisulcata.	(d'Ar.)		
Nummulites millecaput.		»	»
— lenticularis.		»	»
— crassa.		»	»
— planospira.		»	»
— papyracea.		»	»
— Biaritzana.	(d'Ar.)	E. S.	*c*
Alveolina cretacea(d'Ar.).Mélonie	(Duf.)	E. S.	*c*
Nautilus pseudopompilius.	(Schlot.)	E. S.	*b*
— simplex.	(Sow.)	E. S.	*a*

Nautilus triangularis.	(Montf.)	E. S.	*c*
Baculites (inédite).		E. S.	*b*
Ammonites varians.	(Sow.)	E. S.	*c*

CRUSTACÉS.

Cancer quadrilobatus.	(Desmar.)	»	»

TABLEAU DES CORPS ORGANISÉS FOSSILES

DU TERRAIN CRÉTACÉ DE LA KRIMÉE.

(D'après M. DUBOIS DE MONTPÉREUX [1].)

ÉTAGE SUPÉRIEUR.

Ostrea vesicularis.
— flabelliformis (Nilss.)
Aviculina, n. gen.
Terebratula carnea.
Pecten . . . . .
Plagiostoma spinosum.
Inoceramus Cuvieri.
Terebratula carnea.
Venus. . . .
Ampullaria crassatina.
Pentacrinites.
Scyphia Oeynhausii. (Gold.)
— Sackii. (Gold.)
Pétrifications indéterminables.

ÉTAGE MOYEN.

Lima canalifera.
— à fines stries.
Terebratula concinna.
— pectiniformis.
Ostrea ventilabrum.
— vesicularis.
— diluviana. (Lin.)
— carinata.
Exogyra decussata. (Gold.)
— columba. (Gold.)
Pecten orbicularis. (Nilss.)
— quinque costatus. (Sow.)
— cicatrisatus. (Gold.)
— laminosus. (Mant.)
Nautilus. . . . .
Ammonites asper.
Ceriopora diadema?
— dichotoma.
— micropora. (Gold.)
Plusieurs espèces nouvelles.
Eschara stigmatophora.

---

1 Pendant les trois mois que nous avons employés à parcourir la Krimée, en 1837, nous n'avons pu recueillir autant de fossiles que M. Dubois de Montpéreux, qui y est resté une année : c'est ce qui nous engage à reproduire ici le tableau qu'il en a publié dans le *Bulletin de la société géologique de France*.

ÉTAGE INFÉRIEUR.

Exogyra Couloni. (Aquila.)
— lateralis. (Nilss.)
— minima.
Ostrea colubrina. (Lam.)
— nodosa. (Munst.)
— gregaria. (Gold.)
— Exogyra. (Dub.)
Lima ovalis. (Desh.)
— elongata. (Munst.)
Terebratula flabellata.
— dyphia.
— decipiens. (Dub.)
— biplicata.
— alata.
— vicinalis.
Ammonites hircinus. (Schlot.)
— depressus. (Schl., falcif.)
— dubius. (Schl., coron.)
— Brochii ou Brongniartii.
— giganteus. (Sow.)
— tatricus. (Voisin de l'heterophyllus.)
— perarmatus. (Var. Arm.)
Ammonites adcendeus. (Plan.)
— N. esp. voisine du Cochlearius.
— N. esp. des Macrocephales.
Hamites parallelus. (Non décrit.)
— annulatus.
— intermedius. (Sow.)
— plicatilis. (Sow.)
Astrœa tubulosa. (Var.)
— caryophylloïdes. (Gold.)
— cristata. (Gold.)
— tubulosa. (Gold.)
— continua. (Gold.)
Ceriopora dichotoma. (Gold.)
— striata. (Gold.)
— micropora. (Gold.)
Scyphia Oeynhausii. (Gold.)
— furcata. (Gold.)
Manon capitatum. (Gold.)
Meandriana.
Turbinolia.
Serpula.
Lithodendron.

TABLEAU

DES POLYPIERS, DES ECHINIDES, DES CONCHIFÈRES ET DES MOLLUSQUES

DE L'ÉTAGE MOYEN AUX ÉTATS-UNIS.

(D'après M. Morton.)

POLYPIERS.

Eschara.
Flustra.
Retepora. (Semblable au Ret. clathrata, Gold.)
aryophillia.
Alcyonium.
Alveolites.

ÉCHINIDES.

Spatangus cor anguinum ?
— stella. (Morton.)
Ananchytes cinctus. (*id.*)
— fimbriatus. (*id.*)
— ? crucifer. (*id.*)
Cidaris ?
Clypeaster. . . . .

MOLLUSQUES ET CONCHIFÈRES.

Ammonites placenta. (Dekay.)
— Delawarensis. (Morton.)
— Vanuxemi. (*id.*)
— Hyppocrepis.(Dekay.)
Baculites ovalis. (*id.*)
Scaphites Cuvieri. (Morton.)
Belemnites Americanus. (*idem.*) dant. (Voisin du B. mucronatus.)
— ambiguus. (Morton.)
Turritella. . . . .
Scalaria annulata.(Morton.)
Rostellaria. . . . .
Natica. . . . .
Bulla?
Trochus. . . . .
Cypræa. . . . .
Terebratula Harlani. (Morton.)
— fragilis. (*id.*)
— Sayi. (*id.*)
Gryphæa convexa. (*id.*)
Gryphæa mutabilis. (Morton.) (Quelques variétés de cette espèce se rapprochent beaucoup de l'Ostrea vesicularis, Lam.)
Gryphæa Vomer. (Morton.)
Exogyra costata.(Say.)
Ostrea falcata. (Morton.
— crista-galli.
Anomia ephippium. (Lam.)
Pecten quinquecostatus.
Plagiostoma. . . .
Cardium. . . . .
Cucullæa vulgaris. (Morton.)
Mya. . . .
Trigonia. . . . .
Tellina. . . . .
Avicula. . . . .
Pectunculus. . . . .
Pinna. (Semblable à la P. tetragona, Sow.)
Venus. . . . .
Vermetus rotula. (Morton.)
Dentalium serpula.

Nota. D'après des recherches récentes de M. Milne Edwards, il paraîtrait qu'un grand nombre de polypiers qui vivaient dans la période crétacée appartiennent au groupe des Tubuliporiens, et se rapportent aux genres *Bérénice*, *Idmonée*, *Alecto* et *Tubulipore*.

CHAPITRE II.

TERRAIN JURASSIQUE,

Comprenant
- Le terrain jurassique de la plupart des géologistes français;
- Le *jurakalk* ou *oolithenkalk* des géologistes allemands;
- Le 3e calcaire secondaire, de M. A. Boué;
- La formation jurassique, du même auteur;
- Le groupe oolithique, de M. de la Bèche;
- Le terrain jurassique et le terrain liasique, de M. d'Omalius d'Halloy;
- Les terrains yzémiens, pélagiques, épiolithiques, jurassiques, supra-jurassiques, médio-jurassiques, infra-jurassiques; — terrains yzemiens abyssiques du lias, de M. Al. Brongniart.

On a donné le nom de *jurassique* à un terrain dont le type se trouve dans les montagnes du Jura, qui en sont en grande partie composées. Ce terrain très-varié, c'est-à-dire formé

de roches très-distinctes, bien que généralement calcaires et argileuses, est un des plus répandus que l'on connaisse en Europe, surtout dans la partie occidentale; c'est aussi l'un de ceux qui atteignent la plus grande puissance et la plus grande élévation; c'est enfin celui qui présente ces calcaires caverneux, dans lesquels se sont formées naturellement, soit par voie de décomposition, soit par les dislocations produites à la suite de commotions volcaniques, ces grottes et ces cavernes, dont quelques-unes doivent leur célébrité à la beauté des stalactites ou à l'abondance des ossements de mammifères que recèle le dépôt de transport, qui avec le stalagmites en constituent le sol.

Pour le bien étudier nous le diviserons, à l'exemple d'autres géologistes, en deux grandes formations, qui se subdivisent elles-mêmes en étages ou assises plus ou moins distincts, plus ou moins nombreux; mais ces divisions n'aplanissent pas les difficultés que présentent les caractères propres à faire distinguer les diverses parties du terrain jurassique: elles ne font que les atténuer, aussi règne-t-il dans la science quelques sujets de contestations relativement à la détermination de certains dépôts très-développés dans les Alpes, et que les uns rapportent au terrain jurassique, tandis que d'autres les considérèrent comme plus anciens.

On conçoit facilement le motif de ces incertitudes, lorsqu'en examinant certaines parties des Alpes on voit les soulèvemens, les contournemens et les nombreuses altérations que certaines roches ont éprouvées dans leur texture, leur couleur et leur composition par l'action des feux souterrains. La craie seule peut donner une idée de ces altérations lorsqu'on la voit à l'entrée du Valais, près de Saint-Maurice, représentée par une roche dure, noire, compacte, quelquefois grenue, et même oolithique, qui n'offre du terrain crétacé que quelques rares fossiles: car l'altération qu'a éprouvée la craie dans cette partie des Alpes y a probablement détruit une partie des débris organiques qu'elle contenait dans l'origine. Il en est de même du terrain jurassique dans ces hautes montagnes; les corps organisés y sont rares, et cette rareté n'est peut-être que la conséquence des altérations dont nous parlons.

Aux extrémités de l'Europe orientale, dans la presqu'île de de Krimée, le terrain jurassique présente aussi des caractères minéralogiques particuliers, qui l'ont fait prendre au premier abord, par quelques observateurs, pour le terrain

carbonifère, avec ses schistes, ses grès et ses calcaires noirs veinés de blanc.

En Angleterre le terrain jurassique; que les géologistes anglais désignent sous le nom de *groupe oolithique*, a été divisé en trois grands systèmes, dont nous donnerons une idée exacte en les présentant sous forme de tableau dans leur ordre de superposition.

SYSTÈME SUPÉRIEUR.

1° Oolithe de Portland.
2° Sable calcarifère avec concrétions.
3° Argile de Kimmeridge (*Kimmeridge-clay*).
4° *Weymouth-beds*.

SYSTÈME MOYEN.

1° *Coral-rag*, avec les oolithes qui y sont associés.
2° Sable calcarifère et grès (*calcareous-grit*).
3° Argile d'Oxford (*Oxford-clay* et *Kelloway-rock*).

SYSTÈME INFÉRIEUR.

1° Couches oolithiques calcarifères, séparées par des lits d'argile et de marne (*Cornbrash*, *Forest marble*, schiste de Stonesfield, argile de Bradford, grande oolithe ou oolithe de Bath, terre à foulon (*Fullers earth*), et oolithe inférieure).
2° Sable graveleux calcarifère, ou grès de l'oolithe inférieure.
3° Couches d'argile, de calcaire et de marne du lias[1].

M. Thirria partage le terrain jurassique en quatre divisions de la manière suivante[2]:

4° DIVISION.

Argile avec minerai de fer pisiforme (Bohnerz)

3° DIVISION.

Calcaire et marne à gryphées virgules (calcaire de Portland et argile de Kimmeridge).

2° DIVISION.

Calcaire à nérinés et argile à madrépores avec chailles (coral-rag).

---

[1] Voyez Pl. 21, fig. 8, la coupe faite en Angleterre depuis la mer d'Allemagne jusqu'au delà d'Oxford.

[2] Notice sur le terrain jurassique du département de la Haute-Saône, etc. (*Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Strasbourg.*)

Comme nous donnons les couches qui composent les formations et les terrains dans leur ordre de superposition de haut en bas, nous sommes obligé d'intervertir l'ordre des divisions de M. Thirria.

Deuxième minerai de fer oolithique, marne moyenne et calcaire gris bleuâtre (argile d'Oxford).
Calcaire argileux moyen (Kellovay-rock).

1re DIVISION.

Troisième calcaire oolithique (Cornbrash).
Calcaire avec fer oxidé rouge (Forest marble).
Grande oolithe (Great-oolite).
Marne inférieure (Fuller's earth).
Oolithe inférieur (inferior-oolite).

Il est facile de voir, par ces deux manières de diviser le terrain jurassique en Angleterre et sur le continent, que ce terrain peut offrir dans le détail de ses couches des différences assez sensibles, mais que les lignes de démarcation importantes s'y présentent cependant les mêmes.

Quoi qu'il en soit, nous diviserons, à l'exemple des autres géologistes, le terrain jurassique en deux grandes formations, celle de l'oolithe et celle du lias, subdivisées en différents étages.

FORMATION OOLITHIQUE.

Comprenant
- Le calcaire jurassique, supérieur et moyen, de M. de Humboldt;
- Le calcaire alpin, de M. A. Boué et de plusieurs autres géologistes;
- Le calcaire appelé *Rogenstein* et *Hirseistein* par les Allemands;
- Les terrains pélagiques, épiolithiques et jurassiques, de M. Al. Brongniart.

Cette formation, considérée dans son ensemble, est caractérisée par la texture de ses calcaires, composés en général de grains arrondis plus ou moins gros, auxquels on a donné le nom d'*oolithes* ou pierres d'œuf, par suite de leur ressemblance avec des œufs de poisson. Nous avons vu que cette texture se trouve aussi quelquefois dans la craie, qu'on la retrouve même dans le calcaire grossier; mais elle est tellement fréquente dans les couches supérieures du terrain jurassique, qu'elle peut servir à la désignation de toute la formation dont il s'agit.

Cette formation se divise en trois étages, que nous subdiviserons chacun en groupes distincts, qui varient par leur nature minéralogique ou par leur composition chimique.

ÉTAGE SUPÉRIEUR.

Comprenant { Le *Portland-oolite* ou *Portlandstone* des Anglais ; Le *Kimmeridge-clay* des Anglais ; Le *Weymouth beds* des Anglais. }

Au-dessous du terrain crétacé, la série des terrains présente ce que nous appelons l'étage supérieur de la formation oolithique. Cet étage a été distingué d'abord par M. Rozet, qui l'a signalé dans les environs de Boulogne-sur-Mer, et dans quelques autres parties de la France. Il se compose de calcaire et d'argile ; mais c'est en Angleterre qu'il est le plus développé. Nous le diviserons en trois groupes.

GROUPE SUPÉRIEUR.

Ce groupe est formé en Angleterre par une série de couches calcaires alternant ensemble et de dureté variable, tantôt jaunes, tantôt jaunâtres, à grains compactes et oolithiques. Elles contiennent quelquefois des rognons de silex cornés et pyromaques ; mais dans sa partie inférieure ce groupe devient sableux, et présente des couches de sable calcaréo-siliceux, renfermant des concrétions calcaires et de la Barytine.

On y trouve des corps organisés : tels que des gros morceaux de bois fossile, des débris de poissons qui n'ont point encore été déterminés, plusieurs espèces d'ammonites, parmi lesquelles nous citerons l'*Ammonites triplicatus*, *A. giganteus*, *A. Lamberti*, et d'autres mollusques, tels que le *Solarium conoideum*, le *Pecten lamellosus*, l'*Ostrea expensa*, la *Trigonia gibbosa* et la *Nerita sinuosa*.

Le calcaire de cet étage a reçu des Anglais le nom d'*Oolithe de Portland*, d'une île située sur la côte du comté de Dorset, et dans laquelle sont ouvertes de grandes carrières, qui fournissent chaque année plus de 120,000 quintaux de pierres que l'on expédie à Londres et dans d'autres villes importantes pour les constructions. Le même calcaire est exploité à *Tisbury*, village du comté de Wilts, à 5 lieues de *Salisbury*.

Ce calcaire atteint dans quelques localités jusqu'à 37 mètres de puissance.

Dans la partie septentrionale de la vallée de Weymouth il existe, entre les couches de Purbeck et celles de Portland, un lit de terre noire et de cailloux de calcaire oolithique, dans lequel on trouve des troncs silicifiés de conifères et de

cycadées ; quelques-uns sont encore dans une position verticale, et même tiennent au lit de terre noire par leurs racines, quelques troncs pénètrent même dans le calcaire de Purbeck.

Ce lit de terre noire a reçu des Anglais le nom de *Couche de boue* (*dirt bed*); c'est M. Webster, qui le premier l'a indiqué dans l'île de Portland; ensuite il a été observé dans les environs de Weymouth et ailleurs. Ce dépôt, qui repose sur le calcaire de Portland et qui paraît appartenir à la formation oolithique, semblerait prouver que le *Portlandstone* a été long-temps à sec, et s'est couvert d'une forêt avant le dépôt des couches fluviatiles de Purbeck.

Les couches qui correspondent en France à l'oolithe de Portland en diffèrent sensiblement par leur nature minéralogique; cependant on y retrouve plusieurs points d'analogie : tels que la texture souvent crayeuse et quelquefois oolithique du calcaire, qui passe à du sable et à du grès.

C'est dans les falaises qui s'étendent depuis le lieu appelé *Equihen* jusqu'au village de *Vissant* (département du Pas-de-Calais), que se présente, au-dessous de la formation crétacée, ce groupe, dont la puissance est de 50 mètres.

Il se compose d'une couche d'argile bitumineuse, renfermant des nodules calcaires.

Cette couche repose sur un calcaire tuberculé, de plus d'un mètre d'épaisseur, qui se lie vers le bas à un grès calcarifère exploité pour les constructions. Ce grès contient, suivant M. Rozet, des ossements de grands Sauriens, et des coquilles telles que des Ammonites, des Cérithes, des Natices, des Modioles, des Pernes et des Trigonies, dont la plus commune est la *Trigonia excentrica*. Dans la partie inférieure, des couches de calcaire et de grès alternent avec une marne bleuâtre qui prend un développement considérable, et dont la partie supérieure, qui renferme les coquilles précédentes, est souvent schisteuse. On voit dans cette marne des bancs de calcaire marneux, pyriteux et lumachelle, ainsi que des cristaux de gypse et des lignites à l'état charbonneux.

C'est encore au *Portland-oolite* que paraît se rapporter un massif calcaire qui recouvre les plateaux du Barrois, et qui se divise en deux assises distinctes. La supérieure est principalement formée d'un calcaire oolithique à grains fins, passant à la texture grossière. Cette roche est jaunâtre, et alterne avec de petits lits de marne, de calcaire argileux et de limonite.

L'assise inférieure est presque entièrement composée de calcaire compacte blanc, fendillé dans différens sens.

Les fossiles sont rares dans ces deux assises.

GROUPE MOYEN.

L'Angleterre présente encore le type de cet étage, composé essentiellement d'argile ou de marne argileuse. Observé d'abord à Kimmeridge, dans l'île de Purbeck, il a reçu des géologistes anglais le nom de *Kimmeridge clay*, ou d'argile de Kimmeridge. Il est formé d'une succession de couches d'argile bleue ou jaunâtre, passant quelquefois à des schistes bitumineux et noirâtres, contenant des lignites charbonneux, et des couches de marnes calcaires.

Cet étage est caractérisé par deux coquilles qui y sont abondantes : l'une est la *Gryphæa virgula*, et l'autre l'*Ostrea deltoidea*. Il abonde aussi en Ammonites, en Trigonies, et en ossements de Sauriens.

Les substances minérales que l'on y remarque sont des nodules marneux, traversés par des veines de calcaire spathique, et qui ont beaucoup d'analogie avec ce que les Anglais nomment *septaria*, des rognons de calcaire ferrugineux, de fer carbonaté, argileux, et des cristaux de chaux sulfatée.

La puissance de cet étage est de plus de 150 mètres en Angleterre. En France il n'atteint que la moitié de cette épaisseur.

Les falaises des environs de Boulogne-sur-Mer présentent des couches marneuses qui se rapportent à l'argile de Kimmeridge ; les nodules de calcaire ferrugineux qu'on y exploite donnent un excellent ciment connu sous le nom de *ciment de Boulogne*. Mais c'est au Havre, près du cap de La Hève, que l'on peut observer le mieux une marne argileuse que M. Al. Brongniart a appelée *hâvrienne*, et qui paraît se rapporter au même étage. C'est une succession de couches d'argile marneuse bleue, et de calcaire marneux grisâtre dont l'épaisseur est d'environ 8 mètres, mais qui peut avoir davantage si l'on s'en rapporte aux ouvriers qui l'exploitent pour en faire des tuiles, et qui prétendent qu'elle s'enfonce dans la mer jusqu'à la profondeur d'une centaine de pieds. Le calcaire, et surtout l'argile, renferment une grande quantité de fossiles, tels que des Serpules, des Trigonies, des Térébratules, des Ammonites et principalement la *Gryphæa virgula* et l'*Ostrea deltoidea*, qui sont caractéristiques. Parmi les

couches calcaires se trouvent des lumachelles grisâtres, qui sont aussi particulières à cet étage.

La même marne argileuse, que l'on observe à la base du cap de La Hève, se retrouve dans les environs de Honfleur, avec les bancs de calcaire marneux et de lumachelle qui complètent le groupe moyen. Ces couches sont très-visibles dans les falaises de Hennequeville et de Villerville. La marne argileuse d'Honfleur est bleuâtre, grise, et quelquefois jaunâtre ; le calcaire marneux, avec lequel elle alterne principalement vers le bas, est bleuâtre et en couches peu épaisses, renfermant des concrétions de calcaire compacte jaunâtre. Dans les falaises d'Hennequeville et de Villerville les marnes alternent avec un grès calcarifère, ou *macigno*, dont la pâte, plus ou moins siliceuse, est remplie de globules oolithiques ferrugineux ; ce grès contient des grains de quarz plus ou moins gros, des lignites et des coquilles, qui forment quelquefois des masses de lumachelles.

On trouve dans ce groupe de couches plusieurs coquilles du genre Ptérocère, des Lucines, une grande Méléagrine, des Gervillies, l'*Ostrea deltoidea*, la *Gryphæa virgula*, etc.; ainsi que des ossemens de plusieurs espèces de Sauriens du genre Gavial, d'un Plesiosaure et d'un Ichtyosaure.

Le même groupe se montre à Glos, près de Lisieux, avec des caractères minéralogiques tout différens : ainsi la marne argileuse y est représentée par des sables et des grès qui ont près de 200 pieds d'épaisseur ; mais on y retrouve les mêmes corps organisés qu'au cap de La Hève et qu'à Honfleur.

A Hécourt, à 7 lieues de Beauvais et près de Senantes, on reconnaît le *Kimmeridge clay* des Anglais, sur un mamelon qui présente toutes les traces d'un soulèvement. Cet étage y est représenté par des affleuremens de marnes grises et bleuâtres, et des calcaires compactes et lumachelles, remplis d'Huîtres, de Trigonies, de Gryphées, et surtout de l'espèce appelée *Griphæa virgula*. Nous y avons même observé des morceaux d'une huître qui paraît être *l'Ostrea deltoidea*. A l'intérêt que présente cette localité, qui si près de Paris appartient au groupe supérieur du terrain jurassique, se joignent des traces évidentes de soulèvement.

En effet, ces marnes, ces calcaires compactes, ces lumachelles, occupent un point élevé, sur lequel s'appuient à droite et à gauche les principales couches du terrain crétacé, c'est-à-dire le grès vert, les sables et grès ferrugineux, la craie glauconieuse, la craie dure et la craie blanche, (*Pl.* 21, *fig.* 9.)

GROUPE INFÉRIEUR.

Le groupe inférieur de l'étage supérieur a été observé par M. Rozet, dans les environs de Boulogne-sur-Mer. Il se compose principalement de couches calcaires, qui sont précisément les mêmes que celles qui alternent dans le groupe moyen avec la marne argileuse bleue; mais celle-ci diminue graduellement d'épaisseur, et devient de moins en moins schisteuse, tandis que le calcaire marneux acquiert un grand développement : ainsi aux environs de Boulogne la puissance de ce groupe est de 10 à 15 mètres.

En Angleterre on retrouve ce même groupe avec les mêmes caractères que dans le Boulonais ; il est surtout très-développé aux environs de Weymouth, dans le comté de Dorset : ce qui l'a fait appeler par les Anglais *Weymouth beds*.

Ses parties inférieures renferment une immense quantité de coquilles, appartenant aux genres *Huître*, *Trigonie* et *Gervillie*. On y trouve, du reste, les mêmes substances minérales que dans le groupe moyen.

Dans le Jura ce groupe se compose de couches de marne schisteuse et de bancs de calcaire marneux alternant ensemble, ou de marne renfermant le calcaire marneux. Souvent ces couches marneuses et calcaires sont séparées par des lits de marne pétrie de *Gryphées virgules*, rares dans le calcaire. Celui-ci est traversé dans tous les sens par des veines de chaux carbonatée spathique ; mais dans les parties basses de cet étage le calcaire devient siliceux, et contient une si grande quantité de glauconie, qu'on pourrait le confondre, dit M. Rozet, avec la craie glauconieuse.

Calcaire de Blangy. — Nous croyons que l'on doit placer dans le groupe inférieur les couches de calcaire, de grès et de marne, que les géologistes de la Normandie désignent sous le nom de *calcaire de Blangy*, et qui se trouvent non-seulement à Blangy, dans le département du Calvados, mais encore à Hennequeville, au-dessous des marnes argileuses de Honfleur. Cet ensemble de couches se lie par le haut aux sables et aux grès de ces marnes, et par le bas au calcaire que les Anglais nomment *Coral-rag*. Le calcaire de Blangy présente dans la falaise d'Hennequeville, à sa partie supérieure, des couches siliceuses, alternativement dures et tendres, renfermant un grand nombre de moules de Trigonies. Au milieu de ces couches, ainsi que l'a fort bien observé

M. de Caumont, on voit un banc de silex noir, ressemblant beaucoup à celui de la craie, et qui se transforme peu à peu en un grès blanchâtre. Au-dessous de ce grès se présentent des couches épaisses d'un calcaire jaune, alternant avec des lits de marne.

Formes du sol de l'étage supérieur. — M. Rozet, qui dans les travaux géodésiques dont il a été chargé a souvent eu occasion d'étudier les formes que présentent les dépôts de l'étage supérieur de la formation oolithique, a remarqué que les collines qui en sont composées se terminent ordinairement par des plateaux ; que les vallées se coupent sous des angles assez ouverts, et sont plus évasées que celles de la craie; qu'elles commencent rarement par un cirque comme celles-ci; que leur largeur diminue à mesure que l'on approche de leur origine ; enfin que leurs pentes sont douces et présentent rarement des flancs escarpés.

Utilité dans les arts. — L'oolithe de Portland fournit aux Anglais une bonne pierre de construction ; l'argile de Kimmeridge, de même que celle de Honfleur et celle du Hâvre, sont employées à faire des tuiles et des briques. Le grès subordonné à ces argiles est susceptible d'être utilisé pour le pavage, et est exploité en Normandie, où l'on en fait des dalles pour paver le rez-de-chaussée des maisons, et pour faire des marches d'escalier et des ponts sur les ruisseaux. Dans le département du Pas-de-Calais le calcaire marneux du groupe inférieur est employé à faire une excellente chaux maigre.

L'étage supérieur présente plusieurs avantages pour l'agriculture : d'abord les fréquentes alternances de bancs marneux y rendent les sources très-abondantes, et en second lieu le sol, généralement gras par la présence des marnes, acquiert une grande fertilité, et est surtout riche en belles prairies : c'est ce qu'il est facile d'observer dans le pays de Bray, dans le Jura, dans le Nivernais, dans la Haute-Saône et dans plusieurs parties de l'Angleterre.

L'argile des environs de Honfleur, occupant des vallées, ne produit généralement que des pâturages. Les sables de Glos, dans le département du Calvados, sont assez arides lorsqu'ils forment la superficie du sol. Cependant à l'aide d'engrais ils sont susceptibles de produire des melons et des légumes précoces, et de bonne qualité.

ÉTAGE MOYEN,
ou *corallien*.

Comprenant { Le *Coral-rag* des Anglais;
Le *Calcareous grit*, idem.

Cet étage, que les Anglais désignent sous le nom de *Coral-rag*, parce qu'il renferme une grande quantité de polypiers, se compose de deux groupes calcaires reposant sur une masse de sable, et passant tous les trois insensiblement de l'un à l'autre. Son épaisseur totale est d'environ 45 mètres en Angleterre, et de près du double dans le Jura.

GROUPE SUPÉRIEUR.

Calcaire compacte.

Un calcaire, ordinairement compacte, mais quelquefois marneux, toujours à cassure plus ou moins conchoïde, constitue ce groupe. C'est le calcaire que Freisleben a appelé *Höhlen kalk*, parce qu'il est souvent caverneux, c'est-à-dire creusé de cavernes plus ou moins considérables. Sa couleur varie du blanc au gris foncé. Dans le Jura, près du fort l'Écluse, il présente une apparence cristalline; il en est de même aux environs d'Oxford, en Angleterre.

Lorsque ce groupe n'a point éprouvé de soulèvement, ou que ses couches sont peu inclinées, sa stratification est assez régulière; mais ses bancs sont divisés transversalement en fragments irréguliers par de nombreuses fissures. Lorsqu'au contraire, comme dans le Jura, il a été dérangé par des soulèvements, sa stratification est fort irrégulière, ses couches, contournées et repliées d'une manière bizarre, sont difficiles à suivre.

La partie inférieure de ce groupe présente une texture oolithique.

La seule substance minérale que l'on y trouve est le spath calcaire, tantôt en veines, tantôt tapissant de beaux cristaux, de nombreuses géodes; quelquefois dans ce calcaire des masses importantes sont changées en dolomie.

La *Gryphæa virgula*, que nous avons vue en si grande abondance dans l'étage supérieur, se montre encore dans celui-ci; mais on y trouve principalement des *Nérinées*, ainsi que des coquilles bivalves brisées qui font de ce calcaire une véritable lumachelle.

GROUPE MOYEN.

Calcaire oolithique.

Le calcaire compacte qui passe à la lumachelle et à l'oolithe, dans sa partie inférieure, devient tellement oolithique, qu'il finit par former une série de couches qui méritent d'être distinguées des précédentes, et de constituer un groupe. Tantôt les grains d'oolithe, sont *milliaires*, et tantôt ils atteignent la grosseur d'un pois, et peuvent recevoir la dénomination de *pisaires* ou de *cannabins*, comme les désigne M. Al. Brongniart, parce qu'ils ressemblent à la graine du chanvre. Quelquefois ce calcaire est sans stratification apparente, et d'autres fois, sa stratification est très-régulière, mais il est toujours rempli de fissures qui se croisent dans tous les sens. On y remarque, comme dans le calcaire du groupe supérieur, des veines et des géodes remplies de chaux carbonatée.

On trouve dans ce calcaire des *Nérinées* et des *Térébratules*. Sa partie inférieure renferme des polypiers, et se charge peu à peu de silice.

Oolithe de Mortagne ou de Lisieux. — Ce que nous venons de dire du calcaire oolithique de l'étage moyen se rapporte principalement au Jura. Cependant le nord-ouest de la France présente un calcaire analogue, que M. J. Desnoyers a fort bien décrit sous le double nom d'*Oolithe de Mortagne ou de Lisieux*. Dans le département de la Sarthe, et surtout dans celui de l'Orne, cette oolithe prend un très-grand développement : elle acquiert jusqu'à 40 mètres de puissance. La couleur habituelle de cette roche est le jaunâtre ou le rougeâtre, ses grains oolithiques sont gros et compactes : ils sont souvent formés de couches concentriques, et d'autres fois ils doivent leur origine à des fragmens de coquilles imparfaitement arrondis. Tantôt les grains oolithiques sont sans cohérence entre eux ; tantôt ils sont grossièrement cimentés avec des coquilles et des polypiers par un limon calcaire ou par une pâte spathique : ce qui leur donne l'apparence d'une réunion de *pisolithes* formée par des eaux incrustantes. Quelques lits supérieurs sont composés de calcaire à texture compacte ; d'autres, dans la partie moyenne, renferment des plaques et des nodules de silex corné. Souvent ce calcaire n'offre, dans une épaisseur de plusieurs mètres, aucune trace de stratification, et présente au contraire un grand nombre de fissures verticales, tapissées

de spath calcaire; d'autres fois il forme, vers sa partie inférieure, de longs blocs irrégulièrement ovoïdes à texture presque compacte qui se terminent à des sables calcaréo-siliceux incohérent. Dans la partie moyenne on remarque beaucoup de traces de polypiers. On y trouve aussi des Échinides, et des coquilles appartenant aux genres *Mélanie*, *Trochus*, *Ampullaire*, *Vénus*, *Modiole*, *Térébratule*, *Huître*, etc.; tandis que les couches supérieures abondent en une petite espèce de *Dicérate*. Ces corps organisés sont presque tous à l'état de moules intérieurs. Il est à remarquer qu'on n'y trouve ni Ammonite, ni Bélemnite, enfin aucune coquille multiloculaire.

GROUPE SOUS-MOYEN.

Calcaire siliceux et calcaire marneux (*Coral-rag des Anglais*).

En passant à la texture sublamellaire, le calcaire du groupe moyen se charge plus ou moins de silice, surtout dans certaines contrées, telles que le Boulonnais et la base méridionale du Jura. Mais il se montre rempli d'une si grande quantité de polypiers et de madrépores, que c'est ce caractère qui l'a fait appeler *Coral-rag* par les géologistes anglais. Quelquefois les coquilles qu'il renferme ont le test changé en calcédoine, et les polypiers sont légèrement siliceux. Ces zoophytes se rapportent généralement aux genres *Astrea*, *Turbinolia*, *Meandrina* et *Sarcinula*.

Le *Coral-rag* est un calcaire toujours caractérisé par l'abondance de ces polypiers, mais qui diffère par sa nature minéralogique dans certaines contrées.

S'il est siliceux dans le Jura et dans le Boulonnais, en Angleterre il est marneux, et dans le département de la Haute-Saône il est peu homogène, et formé de parties spathiques, compactes et grenues, que l'on reconnaît pour être des fragmens de polypiers.

Dans le département du Calvados où nous l'avons observé, ce n'est qu'une agglomération d'oolithes et de polypiers formant sur une épaisseur de 10 à 60 mètres plusieurs séries de couches d'un calcaire blanc, jaunâtre, et quelquefois gris. Les couches ont ordinairement 2 à 8 pieds d'épaisseur; d'autres fois elles sont plus épaisses : d'autres fois encore le *Coral-rag* ne présente pas de stratification : il est alors fracturé par des fissures verticales ou obliques, tapissées de spath calcaire.

Outre les nombreux polypiers qui caractérisent le *Coral-rag*, on y trouve, principalement en Normandie, des Ammonites, des Ampullaires, des Nérinées, des Huîtres, des Trigonies, des Gervillies, etc.

GROUPE INFÉRIEUR.

Sables et grès. (*Calcareous grit des Anglais.*)

La partie inférieure du calcaire de l'étage moyen passe insensiblement à une masse de sables et de grès calcarifères, que les Anglais ont désigné sous le nom de *Calcareous grit*. On remarque ce groupe non-seulement en Angleterre, mais dans le département du Calvados, entre Honfleur et Caen, ainsi que dans les environs de Boulogne-sur-Mer et dans le Jura.

Cette masse n'a ordinairement que quelques mètres d'épaisseur.

Ces sables ; ou plutôt ces lits calcaréo-siliceux, disent MM. Conybeare et Phillips, consistent en un épais dépôt de sable quarzeux coloré en jaune, contenant ordinairement environ un tiers de matière calcaire, et traversé par des lits irréguliers et des concrétions de grès calcaréo-siliceux endurci.

Quelquefois comme à Auberville, dans le département du Calvados, où nous les avons observés, ces sables et ces grès se chargent d'oxide de fer, et deviennent impossibles à distinguer des grès ferrugineux qui appartiennent à des formations supérieures et inférieures.

Dans le Jura les concrétions calcaréo-siliceuses forment des lits assez réguliers. M. Thurmann a donné à ces concrétions le nom de *Sphérites*, et M. Thirria celui de *Chailles* à celles qui sont argileuses et ocreuses.

Les quatre groupes qui peuvent servir à diviser la masse de l'étage moyen n'y sont pas toujours très-visibles : ainsi, sur le bord de la Manche, entre Villiers-sur-Mer et Dives, à la falaise d'Auberville, on ne peut y reconnaître que trois séries de couches ou trois groupes, dont les deux supérieurs abondent à peu près également en polypiers, et offrent la texture oolithique : en sorte que rigoureusement il n'y a que deux groupes bien distincts. Cependant la partie supérieure est formée d'un calcaire généralement plus tendre que la moyenne, et c'est principalement dans celle-ci que le calcaire sublamellaire se fait remarquer. Ce calcaire corallien renferme

des veines de calcaire spathique qui se rapporte à la chaux carbonatée fibreuse, et qui a 1 à 2 pouces d'épaisseur.

La couche inférieure offre assez bien les caractères du *Calcareous grit* des Anglais : c'est un grès calcarifère souvent ferrugineux, mais qui souvent aussi a la texture oolithique.

Parmi les corps organisés que l'on remarque dans l'étage moyen, nous considérons le genre *Nérinée* comme caractéristique : c'est la texture tantôt compacte et tantôt oolithique, c'est l'abondance des polypiers, mais surtout la présence des Nérinées, qui nous portent à rapporter à ce calcaire corallien, au *Coral-rag* des Anglais, le calcaire qui forme les collines qui s'étendent sur le bord de la Meuse, et que nous avons observé depuis Saint-Mihel jusqu'à Verdun.

Nous compléterons la description de l'étage moyen par la coupe que M. de Caumont a prise à la falaise de Hennequeville, et qui présente sous le terrain crétacé la succession de la marine argileuse de Honfleur, du calcaire de Blangy et du *Coral-rag*, c'est-à-dire des principales parties de l'étage supérieur et l'étage moyen.

COUPE DE LA FALAISE DE HENNEQUEVILLE.

	pieds.
Terrain crétacé.	
1° Craie avec silex grisâtre et un grand nombre d'alcyons, environ	100
2° Terrre verte	40
Marne argileuse de Honfleur avec ses calcaires et ses grès.	
1° Marne argileuse	60
2° *Idem* alternant avec plusieurs couches de grès ferrugineux rempli de grains de quarz hyalin et de globules de fer oolithique	20
3° *Idem* alternant avec plusieurs couches d'un grès plus compacte, et rempli de coquilles brisées, formant une sorte de lumachelle	10
4° Grès plus siliceux que le précédent, et contenant moins de coquilles	6
Calcaire de Blangy et grès.	
5° Calcaire siliceux fort dur, contenant des globules de fer oolithique (partie supérieure du calcaire de Blangy)	1
6° Calcaire blanchâtre, siliceux et feuilleté, passant au silex nectique	3
7° Calcaire semblable à celui du n° 5	2 ½
8° Calcaire rempli de moules intérieurs de trigonies	1 ¼

9° Plusieurs couches plus ou moins dures de calcaire semblable au précédent.	3
10° Silex noir en couches, passent à un grès grisâtre, et finissant par se confondre avec le calcaire.	½
11° Plusieurs couches de calcaire passant au grès.	4
12° Calcaire jaunâtre sans coquilles (pierre à chaux de Blangy), plusieurs couches.	5
13° Marne blanche	1
14° Calcaire d'un blanc jaunâtre, renfermant des moules de coquilles turriculées (Nérinées).	6

Coral-rag.

1° Marne blanchâtre.	½
2° Calcaire semblable au n° 14.	2
3° Calcaire rempli de polypiers.	6
4° Calcaire plus compacte.	4
5° Oolithe du coral-rag.	?

Formes du sol de l'étage moyen. — Les roches qui appartiennent à cet étage étant ordinairement recouvertes par celles de l'étage supérieur, il en résulte qu'elles influent peu sur les formes du sol. Cependant on les voit dans le Jura constituer de très-hauts plateaux plus ou moins déchirés. Dans les parties occidentales et orientales de la France on aperçoit les divers étages que nous venons de décrire sortir de dessous le terrain crétacé, et ensuite l'étage inférieur de dessous l'étage supérieur, pour atteindre successivement à une hauteur plus considérable.

Utilité dans les arts. — Le calcaire compacte de cet étage fournit des pierres lithographiques : telles sont celles de Solenhofen et de Pappenheim, près d'Eichstædt en Bavière. La variété grisâtre du même calcaire est brûlée pour en faire de la chaux maigre, et quelquefois il fournit une bonne pierre de taille. Suivant M. Rozet, le groupe supérieur comprend des brèches calcaires rougeâtres, qui prennent un beau poli, et sont exploitées comme marbre. Les oolithes et les couches marneuses étant quelquefois très-friables, sont alors utilisées comme engrais.

Le sol qui recouvre le groupe caractérisé par le calcaire corallien est loin d'être aussi fertile que le groupe supérieur : ce qui peut s'expliquer par la promptitude avec laquelle les eaux pluviales pénètrent à travers le calcaire par les fissures qui traversent ses couches ; ce qui fait que ce sol est ordinairement très-sec. Ce n'est que dans le groupe inférieur que l'on commence à trouver des sources. Les sables de ce groupe forment quelquefois un sol favorable à la culture de certains légumes.

ÉTAGE SOUS-MOYEN,

ou marneux.

Comprenant { L'*Oxford-clay* des Anglais;
Le *Kelloway-rock*, idem.

Cet étage, qui a pour type en Angleterre les couches argileuses d'Oxford, appelées en anglais *Oxford-clay*, se compose d'une marne argileuse, ordinairement bleue, renfermant des lits de rognons calcaires siliceux ou *sphérites*, et de rognons argilo-ferrugineux ou *chailles*, et des couches de calcaire marneux. Cette alternance de marnes et de calcaire acquiert une puissance assez grande pour être considérée comme un groupe particulier que l'on peut diviser en deux étages, dont l'un est principalement composé de marne, et l'autre de calcaire marneux. En Angleterre, sa puissance est de 500 à 600 pieds.

GROUPE SUPÉRIEUR.

Assez ordinairement le groupe supérieur de l'étage marneux se compose de marne un peu siliceuse, renfermant les rognons appelés *Sphérites* et *Chailles*, et des lits d'un calcaire glauconieux, passant au calcaire marneux, souvent oolithique; mais la marne, bien qu'argileuse, offre fréquemment des parties bitumineuses. Parmi les nodules qu'on y remarque, il en est qui rentrent, par leur structure, dans la classe des *Septaria* des Anglais [1]; et d'autres qui affectent des formes bizarres qui leur ont fait donner, par quelques naturalistes, le nom de *Priapolithes*.

Outre le calcaire marneux en rognons qui y est subordonné, on y remarque, dans le Jura, des bancs de gypse saccharoïde que l'on y exploite pour la bâtisse et pour l'amendement des terres.

Les substances minérales que l'on y trouve disséminées sont le gypse séléniteux cristallisé et le fer oolithique. Ce mé-

[1] Les Anglais donnent le nom de *Septaria* à des concrétions ellipsoïdes de calcaire compacte et ferrugineux, qui semblent avoir été partagés par une sorte de retrait en prismes irréguliers. Les espaces qui existent entre ces prismes sont remplis de calcaire spathique, de sorte que la coupe de ces concrétions dans un sens perpendiculaire aux prismes offre quelque ressemblance avec une mosaïque.



tal est assez abondant au milieu des marnes de cet étage dans le département de la Haute-Saône.

Marnes argileuses de Dives. — Dans le département du Calvados ce groupe, qui est connu sous la dénomination de *Marnes argileuses de Dives*, se compose de marnes très-argileuses, généralement d'un bleu noirâtre, mais quelquefois jaunâtre, qui, parfois, prennent une dureté assez grande, ont une cassure conchoïde, comme on peut le remarquer aux falaises d'Auberville, et dans la localité appelée *les Vaches noires*.

Ces marnes argileuses contiennent, vers leur partie supérieure, des couches peu épaisses d'un calcaire oolithique plus ou moins marneux.

Dans les environs de Stenay (département de la Meuse), M. Pouillon-Boblaye a observé, sous un calcaire oolithique qu'il rapporte au *Coral-rag*, un puissant massif marneux qu'il divise en deux groupes. Le supérieur, qui se voit à Stonne et qui se rapporte aux marnes de Dives, se compose de marne argileuse, alternant avec un calcaire argileux bleuâtre, qui, dans sa partie supérieure, passe à un calcaire ferrugineux sublamellaire, d'un bleu sale. C'est évidemment l'*Oxford-clay* des Anglais; on y trouve comme en Angleterre, avec des Ammonites, des Huîtres, des Peignes, des Térébratules, etc., la *Gryphæa dilatata*.

Les corps organisés de ce groupe sont principalement des *Ammonites*, des *Bélemnites* et des *Gryphées*.

GROUPE INFÉRIEUR.

Les couches de calcaire marneux subordonnées à l'argile marneuse dans le groupe supérieur, deviennent si nombreuses à la partie inférieure, qu'elles augmentent en nombre et en puissance, aux dépens de la marne elle-même, pour former le groupe inférieur. Cette argile prend alors ordinairement la texture schisteuse.

C'est au groupe dont il s'agit que se rapporte le dépôt de calcaire marneux, alternant avec de minces lits d'argile, et, connue en Angleterre, sous le nom de *roc de Kelloway* (*Kelloway-rock*). Sa puissance est en général moins grande que celle du groupe supérieur.

On n'y trouve point le même gypse séléniteux. Ce sulfate de chaux s'y montre sous la forme lenticulaire, et l'on y remarque quelquefois de petites couches de lignites et du sulfure de fer.

Les corps organisés sont les mêmes dans l'un et l'autre groupe. Il n'est pas rare d'y trouver des fruits de conifères.

Le groupe inférieur du massif marneux, que M. Pouillon-Boblaye a observé près de Stenay, est formé d'une marne argileuse grasse et d'un bleu foncé, contenant du lignite, du fer sulfuré, des cristaux de gypse, des bancs de calcaire schistoïde, quelquefois ferrugineux, et des noyaux de calcaire compacte. Ce groupe, qui renferme parmi plusieurs fossiles, principalement la *Trigonia costata* et la *T. clavellata*, paraît pouvoir être rapporté au *Kelloway-rock* des Anglais.

M de Caumont a fort judicieusement fait observer que, dans plusieurs localités du département du Calvados, l'argile marneuse de Honfleur se trouve réunie à celle de Dives, lorsque dans la série des étages manque l'étage moyen : ou, en d'autres termes, lorsque le *Kimmeridge-clay* repose sur l'*Oxford-clay*, parce que le *Coral-rag* et le *Calcareous grit* manquent. Les deux groupes argilo-marneux ont, sous les rapports minéralogiques, tant de points de ressemblance, qu'il est fort difficile alors de les distinguer.

On voit donc que la facilité avec laquelle le groupe supérieur de l'étage sous-moyen peut quelquefois se confondre dans certaines localités avec le groupe moyen de l'étage supérieur, oblige d'avoir recours aux caractères zoologiques qui peuvent servir à les faire reconnaître.

Nous avons vu que l'*Ostrea deltoïdea* et la *Gryphæa virgula* abondent dans les marnes qui se rapportent à l'argile de Kimmeridge. L'argile ou la marne d'Oxford est principalement caractérisée par la *Gryphæa dilatata*.

D'après ces données il suffit donc de voir la grande quantité de coquilles de cette dernière espèce dispersées dans les *marnes argileuses de Dives* et des *Vaches noires*, sur les côtes du département du Calvados, pour reconnaître qu'elles appartiennent à l'étage sous-moyen de la formation oolithique.

Ces marnes argileuses se lient tellement aux différens groupes de l'étage moyen, que vers leur partie supérieure elles contiennent des couches peu épaisses d'un calcaire oolithique, qui tantôt passe au *Coral-rag* et tantôt au *Calcareous grit*.

A la falaise d'Auberville se présentent, au-dessus de l'étage supérieur de la formation oolithique, les couches ci-après :

1° Le terrain crétacé avec ses grès verts sur une épaisseur de.	75 pieds.
Mais comme le groupe supérieur de l'étage supérieur manque, on trouve :	
2° Argiles bleues qui se rapportent au Kimmeridge-clay.	20

Le groupe inférieur manquant aussi, l'étage moyen est représenté par les couches suivantes :	
1° Oolithe blanche appartenant au *Coral-rag*.	18
2° Marne bleue.	2
3° Calcaire siliceo-ferrugineux coquiller, et passant à la lumachelle	2
4° Argile bleue, avec quelques couches interrompues de calcaire marneux	10
5° Grès calcarifère rempli d'oolithes ferrugineuses, d'huîtres et de fragmens de coquilles, alternant jusqu'à 10 fois avec la marne bleue	12
Total.	44

Dans cette série de couches l'oolithe blanche appartient évidemment aux deux premiers groupes de l'étage corallien ; car on y trouve du calcaire *compacte* et du calcaire *oolithique*, mais qui passent de l'un à l'autre. La marne bleue et le calcaire siliceo-ferrugineux représentent l'étage sous-moyen, et l'argile bleue avec le grès calcarifère l'étage inférieur, qui comprend le *calcareous grit* des Anglais.	
1° Marne bleue.	20
2° 5 à 6 couches de calcaire jaunâtre alternant avec la marne bleue.	6
3° Argile bleue ou d'un brun ferrugineux, renfermant de distance en distance des lits peu épais et interrompus de calcaire marneux.	90
Total.	116

Dans ces trois dernières séries de couches les deux groupes de l'étage sous-moyen ou marneux se confondent en un seul. Peut-être la couche de marne bleue contient-elle des rognons calcaires, mais nous n'en avons point trouvé. Quant aux couches suivantes, elles représentent bien l'étage inférieur avec ces lits de calcaire marneux et d'argile qui se rapportent au *Kelloway-rock* des Anglais (Pl. 21, fig. 10).

Outre les fossiles que nous avons cités, parce qu'on peut les regarder comme caractéristiques, il en est beaucoup d'autres qui ne le sont pas, parmi lesquels nous signalerons seulement de grands Sauriens appartenant aux genres *Ichthyosaurus* et *Plesiosaurus*. Un grand nombre de co-

quilles s'y montrent couvertes d'un léger enduit de sulfure de fer, qui leur donne l'aspect métallique.

Formes du sol de l'étage sous-moyen. — L'étage sous-moyen ou marneux constitue rarement des collines isolées; il est ordinairement couronné par un groupe moins ancien de la formation oolithique. La faible résistance qu'il oppose à l'action des eaux explique la largeur et la profondeur des vallées qui le sillonnent. Les falaises, composées des différentes couches de cet étage entre Honfleur et Caen, ne ressemblent pas aux autres falaises qui bordent les côtes de la Manche : au lieu d'être taillées à pic comme celles qui sont formées par le terrain crétacé, elles sont plus ou moins en pente, et les dégradations qu'elles éprouvent vont s'amonceler successivement par étages jusque dans la mer, laissant s'accumuler à leur base les gros fragmens du calcaire qui les couronne, et qui forment de petites chaînes d'écueils.

Utilité dans les arts. — Les marnes et les argiles de cet étage servent à fabriquer d'excellentes tuiles. Dans quelques pays les agriculteurs les emploient pour l'amendement des terres sablonneuses. Quant au calcaire, il peut fournir une bonne chaux hydraulique. Dans le département du Jura on exploite le gypse à Foncine-le-Bas; le fer oolithique est utilisé dans les usines du département de la Haute-Saône.

L'étage marneux, par suite de sa nature imperméable, retient parfaitement les eaux et abonde en sources excellentes, ou du moins contenant peu de sulfate de chaux. Quelquefois ces sources sont assez chargées d'acide carbonique, d'oxide et de sulfate de fer, pour fournir des eaux minérales utilisées dans certaines maladies : les eaux de Brucourt, dans le canton de Dives, jouissent d'une certaine célébrité dans toute la Normandie.

On connaît les riches pâturages de la vallée d'Auge, dans le département du Calvados : ils occupent l'étage marneux. Les agriculteurs de la Normandie ont remarqué que l'orme et le chêne sont les arbres qui réussissent le mieux sur ce sol, et que le pommier y fournit un cidre beaucoup plus chargé d'alkool que celui qu'on obtient dans d'autres terrains. Mais les céréales ne réussissent pas aussi bien que les pâturages sur ce sol argileux, probablement parce qu'il retient trop l'humidité. Ce fait est confirmé encore par la beauté des prairies dans les vallons marneux des montagnes du Jura. Cependant, pour que ce sol entretienne une riche végétation, il ne faut pas qu'il ait une trop grande épaisseur, car, lorsqu'il est épais, il se fait au contraire remarquer par sa stérilité.

ÉTAGE INFÉRIEUR.

Comprenant
- Le *Cornbrash* des Anglais ;
- Le *Forest-marble*, idem ;
- Le *Bradford-clay*, idem ;
- Le *Great-oolite*, idem ;
- Le *Fullers-eart*, idem ;
- L'*Inferior-oolite*, idem.

Ce qu'il y a de remarquable dans la formation oolithique, c'est que l'étage supérieur et l'étage inférieur présentent tous deux des groupes alternativement calcaires et marneux. Cependant, ce qui établit une grande différence entre ces deux étages, c'est l'importance qu'acquiert l'inférieur; c'est la variété de ses couches qui pourrait le faire partager en un grand nombre de groupes; c'est enfin l'étendue qu'il occupe dans les diverses contrées où on l'a observé.

S'il fallait faire un groupe distinct de chacune des divisions qui ont été établies dans cet étage en Angleterre, où il est très-développé, puisqu'il y forme une épaisseur de 177 mètres, nous compliquerions nos coupures aux dépens peut-être de la clarté que nous désirons y établir. En effet, les Anglais comptent six divisions dans cet étage, mais nous les réunirons en trois groupes, que nous subdiviserons en assises : par-là nous conserverons l'ordre de superposition, et même les dénominations adoptées en Angleterre, et qui doivent nous servir de règles et de types. Ces diverses divisions se retrouvent d'ailleurs dans le Jura et dans d'autres parties de l'Europe.

GROUPE SUPÉRIEUR.

Comprenant
- Le *Cornbrash* des Anglais ;
- Le *Forest-marble*, idem ;
- Le *Bradford-clay*, idem.

Dans ce groupe nous comprendrons deux assises calcaires et une assise marneuse, qui sont nettement distinguées en Angleterre, où elles acquièrent 30 à 50 pieds de puissance. Nous décrirons séparément chacune de ces assises.

ASSISE SUPÉRIEURE,

ou Cornbrash.

Cette assise se compose en Angleterre d'un calcaire plus ou moins oolithique, d'une structure fissile et souvent même

schistoïde, divisé en petites couches de 2 à 3 décimètres d'épaisseur, alternant souvent avec des lits de marne schisteuse. Dans plusieurs localités les couches de marne de la partie inférieure du *Cornbrash* acquièrent de la puissance aux dépens des couches calcaires, et c'est alors une épaisse couche marneuse qui forme la séparation entre cette assise et la suivante.

Les corps organisés sont nombreux dans cette assise; ce sont des *Ammonites*, des *Trigonies*, des *Térébratules*, des *Peignes* et des *Huîtres*, etc. Mais nous ne croyons pas qu'il y en ait un seul de caractéristique. Au surplus, ils sont tous plus ou moins brisés, et conséquemment très-difficiles à reconnaître spécifiquement. Les *Encrines*, qui sont les plus nombreux, et dont la roche est quelquefois pétrie, sont ordinairement impossibles à déterminer.

Sur le continent le *Cornbrash* prend souvent un aspect différent de ce qu'il est dans la Grande-Bretagne : ainsi dans le Jura quelques-unes de ses couches sont siliceuses, et passent même tout à fait au silex carié, dont les cavités sont remplies de fer oxidé terreux, ou au silex gris compacte, qui passe à la calcédoine bleuâtre. Dans les environs de Porentruy, en Suisse, la partie inférieure de cette assise renferme un calcaire oolithique nacré, qui se divise facilement en dalles et qui prend quelquefois un aspect terreux en devenant violâtre ou jaunâtre.

Oolithe de Mamers. — Sous le nom d'*Oolithe de Mamers* ou d'*Oolithe à végétaux terrestres*, M. J. Desnoyers a décrit un système de couches qui, dans le département de la Sarthe, paraît se rapporter au *Cornbrash* des Anglais, ou peut-être aussi à leur *Forest-marble*. Cette assise oolithique, dit M. Desnoyers, se compose, aux environs de Mamers, de couches alternatives d'oolithe blanche, parfois assez fine pour ne pas laisser apercevoir les grains; de calcaire compacte rarement schisteux, à cassure mate ou conchoïde; de sables blancs quarzeux et calcaires, friables, ou endurcis en grès très cohérens.

Les couches les plus superficielles que l'on exploite autour et même dans l'intérieur de la ville, sur une épaisseur de 8 à 10 mètres, se divisent en plaques minces ou feuillets, et ont une texture sublamellaire. Ce qu'elles offrent de plus remarquable, c'est qu'elles renferment des végétaux terrestres sous la forme d'impressions, couvertes souvent d'une poussière charbonneuse. La plupart étaient brisés lorsqu'ils ont été enfouis, et de nombreux débris de petites

tiges réticulées ont été disposés dans tous les sens et dans toutes les parties de la masse. Ils ont été déterminés; les principaux sont les suivants : *Pecopteris Reglei*, *P. Desnoyersii*, *Zamites Bechii*, *Z. Bucklandi*, *Z. Lagotis*, *Z. hastata*, *Poacites yuccæfoliæ*, *Mammillaria Desnoyersii*.

La partie moyenne se compose de calcaire compacte jaune, bleu ou rosâtre, soit homogène et dendritique, soit pénétré de nodules de chaux carbonatée radiée, alternant avec un calcaire à oolithes fines.

Enfin les sables ou les grès dont nous avons parlé plus haut occupent ordinairement la partie inférieure.

Ces diverses couches contiennent beaucoup de débris d'animaux, mais tellement brisés, qu'ils sont très-difficiles à déterminer : ils appartiennent aux genres, Peigne, Huître, Térébratule, Trigonie, etc.; on y trouve aussi des fragmens de polypiers et d'oursins, etc.

ASSISE MOYENNE,
ou Forest-marble.

Les dépôts qui constituent le *Forest-marble* des Anglais présentent tant de ressemblance avec le *Cornbrash*, que dans plusieurs localités ces deux calcaires semblent se confondre, et que dans d'autres, principalement sur le continent, il est impossible de les distinguer.

Quoi qu'il en soit, ce que les Anglais nomment *Forest-marble* est un assemblage de couches calcaires alternant avec des couches de marnes, et placé entre deux couches composées de calcaire siliceux, de sable et de calcaire sablonneux.

Le nom de *Forest-marble*, qui signifie *marbre de forêt*, est assez impropre : c'est pour cela même qu'il est utile d'en faire connaître l'origine. Il vient de ce que dans le comté d'Oxford on exploite ce calcaire à polypiers dans la *forêt* de *Which Wood*, et qu'on le polit comme le *marbre*.

Quoique le *Forest-marble* se compose généralement de lits minces, on en voit quelquefois qui ont deux ou trois pieds d'épaisseur. L'assise entière a environ 15 mètres.

En Angleterre le calcaire de cette assise est un peu oolithique, assez varié dans sa couleur, qui est tantôt grise, tantôt bleue, et d'autres fois brunâtre. Sa structure est ordinairement fissile; quelquefois il est siliceux. C'est un mélange d'oolithes et de fragmens de coquilles. MM. Conybeare

et Phillips ont remarqué que le nombre des bivalves diminue dans les couches les plus épaisses et celui de univalves dans les plus minces. Les polypiers sont extrêmement communs dans les couches calcaires de cette assise.

Schiste de Stonesfield. — C'est au Forest-marble qu'appartient le calcaire fissile qui, du nom du lieu où on l'exploite, a reçu des Anglais celui de *schiste de Stonesfield*, parce que, lorsqu'on le laisse exposé à l'air pendant la gelée, il se divise en plaques minces que l'on emploie à couvrir les maisons. La découverte d'une tête de mammifère fossile, appartenant à un didelphe dans cette roche, a suggéré à M. Constant Prévost l'idée que ce calcaire, qui lui a paru avoir été remanié, pourrait bien ne pas appartenir à la formation oolithique, formation dans laquelle on n'a jamais trouvé de débris de mammifères; mais les géologistes anglais n'en ont pas moins persisté à rapporter au *Forest-marble* le calcaire de Stonesfield.

Dans le Jura le calcaire de cette assise est imparfaitement oolithique et mal stratifié; mais il est fissile, un peu spathique, d'une texture grenue, et d'une couleur roussâtre, et il alterne, comme les précédens, avec des marnes bleuâtres ou jaunâtres, chargées d'oxide de fer et quelquefois sablonneuses.

A Ranville et à Sallenelles, dans le département du Calvados, sur le bord de la Manche, le calcaire qui se rapporte au *Forest-marble* est ordinairement fissile et plus ou moins oolithique; il renferme des lamelles spathiques, il est d'un blanc jaunâtre, et se compose de débris de coquilles et de polypiers liés par un ciment calcaire. La partie supérieure est fissile, mais les couches augmentent d'épaisseur et de dureté en descendant; les plus inférieures sont les plus oolithiques; quelquefois on y trouve des couches minces de silex jaunes ou noirs; d'autres fois même ces couches passent à un grès calcaire.

On y distingue des polypiers appartenant à une douzaine de genres et un grand nombre de coquilles, parmi lesquelles nous citerons les genres *Modiole*, *Trigonie*, *Térébratule*, *Nérinée* et *Gervillie*, dont aucune ne peut passer pour caractéristique.

ASSISE INFÉRIEURE.

Argile de Bradford

Les deux assises précédentes reposent en Angleterre sur un banc de marne argileuse bleue, qui peut avoir environ

15 mètres de puissance. Ces marnes se distinguent facilement de celles de l'assise supérieure par la grande quantité d'*Encrines*, appartenant à l'espèce appelée *Encrinites pyriformis*, qui les caractérisent.

Mais il arrive, même en Angleterre, que cette assise manque, et alors il devient très-difficile de tracer la ligne de démarcation entre le groupe supérieur et le groupe moyen.

Dans le Jura, en Normandie, et en général sur le continent, cette assise est peu développée; alors elle est souvent représentée par un ensemble de calcaire sableux roussâtre, alternant, comme dans les environs de Porentruy, avec des marnes; mais le plus souvent cette assise manque tout à fait.

GROUPE MOYEN.

Comprenant { Le *Great-oolite* des Anglais ;
Le *Fullers-earth*, idem.

Nous comprenons dans ce groupe, la *grande oolithe* et la *terre à foulon* des Anglais : ainsi nous le diviserons en deux assises distinctes.

ASSISE SUPÉRIEURE.

Grande oolithe.

Les géologistes anglais ont donné le nom de *Grande oolithe* (*Great-oolite*), à une masse de couches calcaires à texture oolithique, dont la puissance atteint en Angleterre jusqu'à 40 à 60 mètres, mais qui sur le continent n'acquiert souvent que 8 mètres.

Cette assise est généralement divisée en strates ou couches bien distinctes, dans lesquelles on reconnaît deux natures de calcaire différentes. L'un de ces calcaires est d'un blanc jaunâtre et d'une faible consistance, quelquefois même friable. Les grains oolithiques qui le composent sont ordinairement très-petits, quelquefois aussi ce calcaire est chargé de silice, ou devient entièrement siliceux, circonstance cependant assez peu commune, mais qui a été observée à Bruère, près de Saint-Amand, dans les environs de Bourges, et aux environs de Nontron, dans le département de la Dordogne.

L'autre calcaire, qui alterne ordinairement avec le précédent, est plus dur, moins oolithique, et souvent même compacte : c'est alors un calcaire lithographique; quelque-

fois aussi il est fragmentaire. Sa couleur est ordinairement d'un blanc jaunâtre, ou d'un gris jaunâtre pâle; mais quelquefois il est rougeâtre, brunâtre, ou d'un gris bleuâtre. Souvent il est très-bleu dans l'intérieur des couches, mais cette couleur n'y est point régulièrement étendue, elle y forme des taches de forme elliptique, quelquefois d'un grand diamètre, et lorsque l'on brise les masses calcaires qui les renferment, on voit que ces taches y représentent des nodules circulaires et aplatis; mais quant à la couleur seulement, car ce ne sont point des morceaux qui ont été empâtés dans la masse.

Dans le nord de la France, particulièrement aux environs de Stenay et de Montmédy (département de la Meuse), cette assise se compose principalement de deux calcaires : le supérieur est une masse oolithique composée de petits grains jaunâtres réunis par un ciment ordinairement de même couleur, mais assez souvent blanchâtre. Cette masse, qui ne présente quelquefois pas de bancs distincts, a environ 10 mètres de puissance.

Le calcaire inférieur est moins oolithique, d'un tissu poreux plus ou moins ferrugineux, et formé de débris de petites coquilles et de madrépores réunis par un ciment oolithique. C'est une sorte de lumachelle que M. Boblaye a nommée lumachelle grossière. Il est quelquefois tellement dur qu'on a de la peine à le scier; ses bancs sont nombreux, bien distincts, et assez épais; sa puissance totale est de 20 à 25 mètres.

En Angleterre, ainsi que dans le département de la Meuse, l'assise supérieure offre une particularité remarquable : c'est qu'elle présente de fausses fissures de stratification, inclinées de 45 à 50 degrés, et assez prononcées pour qu'il soit facile de les prendre pour de véritables couches, si l'on ne faisait attention à celles-ci, qui sont réellement horizontales. Lorsqu'il n'est pas recouvert, cet étage est traversé par de nombreuses et larges fissures cunéiformes remplies de stalactites, et souvent, comme aux environs de Montmédy, d'un dépôt de transport ferrugineux.

Parmi les coquilles de cette assise, on regarde comme caractéristiques la *Terebratula media* et l'*Ostrea acuminata* [1]; mais en général les fossiles déterminables y sont rares, et très-souvent ils consistent principalement en polypiers.

[1] Pouillon Boblaye : *Annales des sc. nat.*, t. 17.

Les seules espèces minérales que l'on y trouve sont le calcaire spathique, le quarz hyalin, le fer sulfuré et le fer hydroxidé.

Dans le département du Calvados, dans le Jura, dans les environs de Nice, de Terracine, et dans plusieurs autres localités de l'Europe, de même qu'au Mexique, l'assise que nous décrivons est accompagnée de dolomies grenues ou sublamellaires jaunâtres, grisâtres ou blanchâtres, contenant très-peu de corps organisés, qui la plupart sont des polypiers, et formant des masses plus ou moins puissantes. Elles le sont assez dans le Jura pour que ce soit principalement dans ces roches que soient creusées les cavernes que l'on connaît dans ces montagnes. La facilité avec laquelle elles se décomposent, les petites cavités qu'on y remarque, expliquent suffisamment comment ces cavernes se sont formées ; c'est encore à cette disposition qu'il faut attribuer les larges fissures qui traversent ces calcaires, et qui sont si souvent remplies de brèches osseuses.

Calcaire de Caen. — Le calcaire que l'on exploite aux portes de Caen, et qui est connu depuis long-temps sous le nom de *Calcaire de Caen*, appartient aussi à la Grande oolithe. Ce calcaire n'offre cependant point les mêmes caractères de texture et de structure que ceux que nous venons de décrire. Sa couleur est d'un blanc jaunâtre, sa texture est grenue, très-rarement oolithique ; il est ordinairement friable, tache les doigts comme la craie, et contient même, comme celle-ci, des silex cornés noirs, ou jaunâtres, tantôt en couches parallèles à la stratification, tantôt disséminés au milieu de la masse. Ces silex, à en juger par leur forme cylindrique et par leur texture, paraissent, comme ceux de la craie, devoir leur origine à des alcyons.

Les corps organisés que l'on trouve dans le calcaire de Caen sont des Ammonites, des Bélemnites, des Peignes, des Huîtres, des Térébratules, des Gervillies, etc., et des débris de grands sauriens, tels que le *Teleosaurus* et le *Megalosaurus*, enfin des restes de poissons appartenant aux genres *Squale*, *Spare*, *Baliste*, etc.

Les substances minérales disséminées dans ce calcaire sont le quarz hyalin cristallisé, qui généralement tapisse l'intérieur des Ammonites, ou les empreintes qu'elles ont laissées dans ce calcaire ; la chaux carbonatée cristallisée qui, plus rare, remplit les mêmes cavités ; des calcédoines, et les silex dont nous avons parlé ; enfin de la strontiane sulfatée ; à en juger du moins par les empreintes de cristaux qui paraissent avoir appartenu à cette substance.

ASSISE INFÉRIEURE.

Fullers-earth.

Les couches de la Grande oolithe reposent en Angleterre, dans les Ardennes, dans le Jura et dans le Calvados, sur des argiles et des marnes que les Anglais ont appelées *Fullers-earth*, ou terre à foulon, parce qu'en Angleterre, principalement, elles sont assez argileuses pour être employées à dégraisser les draps qui sortent de la fabrique.

En Angleterre cette assise a environ 43 mètres de puissance. Elle se compose de marnes argileuses bleues et jaunes, contenant des veines de véritable argile, et alternant avec des couches de calcaire dur, quelquefois bleuâtre dans l'intérieur, ou de calcaire grenu, dans lequel on remarque une petite coquille appelée *Ostrea acuminata*. Quelquefois aussi ce calcaire a la texture oolithique.

Marne argileuse de Port-en-Bessin. — Dans le Calvados, particulièrement à *Port-en-Bessin*, le *Fullers-earth* est représenté par une marne argileuse bleue, quelquefois jaunâtre, où l'on remarque des couches subordonnées de calcaire marneux de la même couleur. Les fossiles que l'on y trouve sont des Térébratules, des Ammonites, des Nautiles, des Bélemnites, des Méléagrines, etc.

Les minéraux sont le fer sulfuré, le fer sulfaté et le gypse en cristaux lenticulaires.

GROUPE INFÉRIEUR.

Oolithe inférieure ou oolithe ferrugineuse.

Le groupe inférieur de l'étage inférieur de la formation oolithique se compose de l'*oolithe inférieure* (inferior oolite) des Anglais. Il acquiert dans la Grande-Bretagne 50 à 60 mètres de puissance. En Angleterre, comme sur le continent, on peut diviser ce groupe en deux assises assez distinctes, bien que plusieurs localités ne présentent pas les élémens de cette double subdivision. En Angleterre, les environs de Bath dans le comté de Somerset, et ceux de Bridport dans le comté de Dorset, passent pour offrir le type de l'oolithe inférieure. Ce groupe y est composé d'un calcaire jaunâtre ou brunâtre, chargé d'oxide de fer, sous forme d'oolithes, et reposant sur des sables calcarifères qui

renferment des concrétions calcaires. Nous prendrons les carrières de Bridport pour exemple, parce que l'étage dont nous nous occupons y est dans toute sa puissance.

ASSISE SUPÉRIEURE.

Près de Bridport cette assise se compose, sur une épaisseur d'environ 80 pieds, de calcaire oolithique et ferrugineux, alternant avec des sables qui, vers la partie supérieure, deviennent marneux.

Sur le continent cette assise présente des différences avec ce qu'elle est en Angleterre.

Dans le département du Calvados, et spécialement sur le bord de la mer, près de la pointe de Vierville, elle est formée d'un calcaire blanc à tissu lâche, comme le calcaire de Caen; mais ce calcaire est parsemé d'oolithes altérées, qui prennent une teinte rousse dans la partie qui s'approche le plus du point de contact avec l'assise inférieure [1]. Il se divise ordinairement en lits d'un demi-pied à 3 pieds d'épaisseur; mais dans quelques localités, telles que les falaises de Sainte-Honorine, on n'y remarque point de stratification bien distincte : les fissures verticales sont en quelque sorte plus visibles que les joints de stratification.

A Croisilles et à Athis, dans les environs de Caen, le calcaire de cette assise est d'une couleur jaunâtre, d'une texture lâche, mais renfermant des parties compactes, et parsemé de petites oolithes ferrugineuses. Cette roche y est très-riche en débris fossiles.

Dans une coupe prise par M. Pouillon-Boblaye, depuis Florenville, dans le grand-duché de Luxembourg, jusqu'à Beaumont en Argonne, dans le département des Ardennes [2], l'assise supérieure de l'étage dont nous nous occupons est composée d'un calcaire ferrugineux à texture sublamellaire et à structure schisteuse. « Sa couleur, dit-il, est le bleuâtre, souvent verdâtre, approchant du vert de gris; dans sa cassure fraîche il passe au rouge brun par l'exposition à l'air. Il contient une forte proportion de fer à l'état de bi-oxide, répandu comme matière colorante, ce qui me paraît remarquable dans une formation si moderne. Il est très-dur, très-tenace, employé avec succès dans l'empierrement des routes,

[1] M. *de Caumont :* Topographie géographique du département du Calvados.

[2] Pouillon-Boblaye : *Ann. des Sc. nat.*, t. 17.

ou, à raison de sa nature schisteuse, à faire des dalles et des ardoises grossières. On en voit de nombreuses carrières sur la route de Carignan à Montmédy. »

ASSISE INFÉRIEURE.

En Angleterre, et notamment à Bridport, l'assise inférieure se compose d'une masse de marne sableuse, épaisse d'environ 50 pieds, reposant sur une masse d'égale épaisseur de sable ocreux, contenant des concrétions argilo-ferrugineuses, dont les cavités sont remplies de sable.

Dans le département du Calvados la même assise ne consiste qu'en 2 ou 3 couches, formant une épaisseur de 3 ou 4 pieds, et quelquefois seulement de 1 à 2 pieds, d'un grès calcaire d'une couleur jaunâtre ou grise, remarquable par la grande quantité d'oolithes ferrugineuses et le nombre prodigieux de coquilles qu'il renferme. Les oolithes y sont ordinairement de forme ovoïde, et moins grosses que celles de la Grande oolithe. Cependant M. de Caumont a remarqué que la plus basse des couches, dans l'arrondissement de Bayeux, renferme des oolithes ferrugineuses qui varient depuis la grosseur d'une noisette jusqu'à celle du poing. Il s'est même assuré que les plus grosses ont presque toujours au centre une petite coquille, soit une ammonite, une térébratule ou une cypricarde, et ou bien un fragment du calcaire inférieur, et que leur forme est subordonnée à celle du noyau sur lequel se sont moulées les couches concentriques d'argile ferrugineuse.

Dans le grand-duché de Luxembourg, l'assise inférieure est principalement composée d'un calcaire jaunâtre, grenu, très-rarement oolithique, et passant quelquefois à la texture sublamellaire, et d'autres fois à la texture arénacée. « Ce calcaire, dit M. Pouillon-Boblaye, contient une forte proportion de sables siliceux très-fins; j'en ai trouvé jusqu'à 25 pour 0/0 dans la carrière d'Orval, où il est exploité comme pierre à aiguiser (calcaire sableux d'Osmanville). » Quelquefois il est remplacé par de nombreuses alternances de marnes micacées verdâtres, et de marnes ferrugineuses calcarifères.

Tels sont les caractères généraux qui distinguent les deux assises de l'étage inférieur.

Aux environs de Metz et de Nancy, et spécialement à Gorze et à Lay-Saint-Christophe, nous avons remarqué que les couches supérieures se composent de calcaires com-

pactes et sublamellaires en haut, et de calcaires oolithiques ferrugineux en bas; et les couches inférieures de marnes rouges, de marnes vertes micacées, de marnes brunâtres ferrugineuses et de marnes bleues, renfermant des rognons souvent très-gros de marne ocreuse, dont l'intérieur est fendillé, et dont les fentes sont tapissées de cristaux calcaires. Quelquefois ces marnes contiennent des grès chargés de glauconie.

Les substances minérales que l'on trouve dans les deux assises de l'oolithe ferrugineuse, sont, comme on vient de le voir, la chaux carbonatée et la glauconie; ajoutons la barytine, le quarz, et le fer oxidé limonite, souvent cristallisé en octocaèdre et en dodécaèdre.

Les principaux corps organisés appartiennent aux genres *Trigonie*, *Peigne*, *Lime*, *Plagiostome*, *Térébratule*, *Trochus*, *Ammonites* et *Bélemnites*. On y trouve aussi des débris de grands Sauriens, tels que le Teleosaurus de Caen. La plupart de ces corps se remarquent aussi dans les étages supérieurs; mais on peut dire que le *Belemnites giganteus* et le *Belemnites compressus* sont presque caractéristiques de ce groupe, dont aucun fossile ne distingue d'ailleurs les deux assises.

Des végétaux nombreux ont été enfouis au milieu des sédimens, qui ont formé les assises de l'oolithe ferrugineuse: c'est à leurs débris que sont dus ces dépôts de combustible charbonneux, qu'on a regardé comme une houille et qu'on a décrit sous la dénomination de houille du calcaire. Il ne faut pas confondre, géologiquement parlant, ce combustible avec la véritable houille: aussi, pour l'en distinguer, comme le nom de lignite serait impropre, M. Al. Brongniart a proposé de donner à ce combustible le nom de *Stipite*, pour rappeler celui que l'on donne généralement à la tige des *Cycas*, parce que ces dépôts de combustible sont dus à l'accumulation d'un grand nombre de Cycadées, mêlées à des fougères dont on trouve les empreintes dans quelques roches schisteuses de l'oolithe inférieure dans les Ardennes. Un autre végétal assez curieux, que l'on trouve dans la même oolithe, c'est la *Tartuffite xyloïde*, que M. J. Desnoyers a observée à Moustiers, près Caen, et qui se distingue par une odeur de truffe assez prononcée.

ÉTAGE INFÉRIEUR

Dans les départemens de la Meuse et des Ardennes.

Sous la marne bleue de Stenay, dont nous avons parlé précédemment, se présentent successivement des couches

calcaires qui paraissent se rapporter, suivant M. Pouillon-Boblaye, 1° au *Cornbrash*; 2° au *Forest-marble*; 3° des marnes qui représentent le *Bradford-clay*; 4° un calcaire dans lequel on reconnaît le *Great oolite*; 5° des marnes qui occupent la place du *Fullers-earth*; 6° enfin un calcaire oolithique qui représente l'*inferior Oolite*.

Nous allons donner une courte description de ces différens membres de l'étage inférieur dans les départemens de la Meuse et des Ardennes, afin que l'on puisse prendre une idée plus complète des variations que les divisions de cet étage présentent dans les différentes contrées où on l'observe.

Dans le département de la Meuse le massif calcaire, que l'on remarque aux environs de Stenay, est divisé en deux assises par un lit d'argile bleue ou brune.

Cornbrash. — L'assise supérieure se compose d'un calcaire dont la partie supérieure se divise en feuillets minces, à texture sublamellaire, quelquefois oolithique, de couleur jaunâtre, et traversé par des fissures rougeâtres ou violettes; tandis que la partie inférieure est formée d'une oolithe ferrugineuse, d'une texture plus grossière et moins feuilletée.

Forest-marble. — L'assise inférieure est formée de calcaire sableux, de calcaire oolithique abondant en polypiers, qui lui donnent quelquefois une texture saccharoïde et d'oolithes ferrugineuses. Cette assise est divisée en plusieurs bancs d'une médiocre épaisseur.

Dans l'une et l'autre assise on trouve un grand nombre de corps organisés, notamment des Peignes; des Térébratules et des Polypiers.

Bradford-clay. — Les calcaires précédens sont suivis par des marnes blanches, renfermant une grande quantité de Pentacrinites et de Madrépores, mêlés à des Huîtres et à des Ammonites.

Great oolite. — Sous les couches précédentes, M. Pouillon-Boblaye a observé un dépôt fort puissant de calcaire oolithique, jaunâtre et quelquefois blanchâtre, à petits grains, qui passe, dans sa partie inférieure, à une *lumachelle* grossière. Les principaux fossiles de ce calcaire, sont l'*Ostrea acuminata*, la *Terebratula media*, des Pentacrinites et des Madrépores.

C'est sur le territoire du département des Ardennes que M. Pouillon-Boblaye a reconnu les deux dépôts qui complètent la série de l'étage inférieur.

Fullers-earth. — Près d'Aubmont on trouve, sous le

calcaire de la Grande oolithe, un dépôt de marne argileuse, onctueuse, et d'un bleu foncé, renfermant des rognons géodiques de calcaire compacte, gris de fumée, et des cristaux de gypse. Cette marne est souvent très-carbonifère : aussi est-elle exploitée pour en faire des cendres à amender les terres. Elle renferme des Ammonites, des Nautiles, des Bélemnites, etc.

Inferior oolite. — Au-dessous des marnes dont nous venons de parler se présente, aux environs de Margut, une masse de calcaire ferrugineux, tenace, schistoïde, à texture compacte, quelquefois oolithique et même friable, et d'une couleur ordinairement bleuâtre ; mais dont la teinte, quelquefois verdâtre dans l'intérieur, devient d'un brun rougeâtre par son exposition à l'air. Ce calcaire est tellement ferrugineux, qu'on l'exploite comme mine de fer. Il renferme en grand nombre la *Plicatula spinosa*, plusieurs espèces d'Ammonites, des Bélemnites, des Griphées, des Peignes, des Huîtres, etc.

ÉTAGE INFÉRIEUR

dans la Grande-Bretagne et les îles Hébrides.

Nous ne nous proposons point d'entrer ici dans des détails relatifs à cet étage en Angleterre : mais nous ne devons point oublier de rappeler que M. Phillips a décrit, comme appartenant à la formation oolithique, un dépôt remarquable de combustible, que l'on regarde en Angleterre comme une houille, et qui est exploité dans le comté d'York. On a donné, à l'ensemble de couches qui le comprennent, le nom de *terrain carbonifère du Yorkshire*. Il rentre tout à fait dans la classe de ce combustible que M. Brongniart a nommé *Stipite*, pour le distinguer de la houille ancienne. Suivant le savant géologiste anglais, ce dépôt existe entre le *Cornbrash* et l'*Oolithe inférieure* : c'est-à-dire qu'il comprend dans sa partie moyenne une roche calcaire qui correspond à l'oolithe de Bath, appelée aussi Grande oolithe.

Ce dépôt houiller n'est pas le seul qui existe dans les Iles-Britanniques : M. Murchison, à qui l'on doit la connaissance de la formation oolithique en Ecosse, a prouvé que celui de Brora, dans le comté de Sutherland, devait être considéré comme l'équivalent du *terrain carbonifère du Yorkshire*. Nous ne connaissons ce dépôt que par ce qu'en

a dit M. de la Bèche, dont nous allons rapporter les propres paroles.

« Dans les environs de Brora, en Écosse, il y a différentes couches de grès et de schiste qui contiennent de la houille et des empreintes végétales. La roche exploitée comme pierre de taille, sur les collines de Braambury et de Hare, est recouverte par un calcaire assez grossier (*rubbly*) [1], qui est un agrégat de coquilles, de feuilles et de tiges de plantes, de lignites, etc. M. Murchison regarde les débris organiques de cette couche, et ceux de la pierre de taille, comme comparables à ceux qui se présentent dans la partie inférieure du *Coral-rag*. A Dunrobin-Castle, les grès calcaires sont remplacés par une brèche calcaire (*pebbly calcariferous grit*), recouverte par du schiste et du calcaire contenant des fossiles. D'autres variations de ce dépôt oolitique s'observent encore sur cette côte. Elles se composent, à partir du haut, de calcaire grossier (*rubbly*), de grès blanc et de schiste (*shale*), de calcaire coquiller, de grès, schiste et calcaire, avec des plantes et de la houille, ce qui établit l'analogie de ce dépôt avec le terrain carbonifère du Yorkshire. »

Une formation oolithique semblable se retrouve aussi dans les Hébrides, particulièrement à Beal, près de Portrée, dans l'île de Sky. On y remarque à la partie supérieure, suivant M. Murchison, un aggloméràt calcaire de fossiles, qui offre beaucoup de ressemblance avec plusieurs parties du *Cornbrash* et du *Forest-marble* de l'Angletere ; il est même tout à fait identique avec le calcaire coquiller du Sutherland. A Holm, le grès s'élève, dit M. de la Bèche, à une hauteur considérable. On y trouve des empreintes végétales au nord-est de Holm.

Près de Tobermory, dans l'île de Mull, un grès, qu'on regarde comme se rapportant à l'oolithe inférieure, repose sur le *lias*.

Formes du sol de l'étage inférieur. — Ce sol, composé d'alternances nombreuses de calcaires, de marnes et de grès, offre en général des pentes plus ou moins rapides sur les points où elles se terminent. Lorsque c'est le *Cornbrash* ou le *Forest-marble* qui constitue la superficie du sol, ces deux sortes de calcaire forment de vastes plateaux peu élevés, dont l'uniformité n'est interrompue que par de légères émi-

1 Ce nom indique proprement une disposition du calcaire à se briser en petits morceaux.

nences et quelques vallées. Le *Bradford-clay*, lorsqu'il n'est pas recouvert, constitue, comme tous les dépôts marneux, des collines à pentes arrondies. La Grande oolithe forme dans plusieurs contrées, et surtout en Normandie, de vastes plaines assez nues. Enfin le *Fullers-earth* et l'*Oolithe ferrugineuse* sont sillonnés par des vallées en général peu profondes et étroites.

Utilité dans les arts. — Parmi les roches de l'étage inférieur, nous en avons cité quelques-unes qui sont utilisées: les calcaires pour les constructions et pour l'entretien des routes, les argiles pour façonner les draps. La plupart de ces calcaires sont propres à la bâtisse aussi bien qu'à la calcination; mais nous devons ajouter que le même groupe fournit, dans le Jura et dans la Bourgogne, ces calcaires fissiles que, sous le nom de laves, on emploie dans les villages pour couvrir les maisons; que c'est encore ce groupe qui fournit quelques marbres, et, ce qui est plus important, ces calcaires grisâtres et compactes, si utiles pour la lithographie. Pour être de bonne qualité, ces pierres doivent être bien homogènes, avoir un grain fin et uniforme. En général, les pierres lithographiques de cet étage ne sont pas aussi renommées que celles de Solenhofen et de Pappenheim. On en exploite aussi en France, dans le département de l'Indre, aux environs de Châteauroux; dans le département de l'Ain, près de Belley; et dans le département de la Côte-d'Or, aux environs de Dijon.

Dans le département de la Meuse on utilise aux environs de Montmédy, pour en faire d'excellentes pierres de taille, un calcaire oolithique à petits grains, qui appartient à la Grande oolithe.

Dans le département des Ardennes, une marne carbonifère, exploitée près d'Amblimont, et qui se rapporte au *Fullers-earth* des Anglais, est brûlée et convertie en cendres, que l'on emploie à l'amendement des terres; plusieurs couches de la même marne sont utilisées pour faire de la brique. Près de Margut, l'oolithe ferrugineuse fournit un minerai de fer, qui ne donne à la vérité qu'un métal de qualité médiocre. Dans quelques contrées, mais surtout en Angleterre, l'étage inférieur renferme de bons combustibles.

L'agriculture nous montre à peu près les mêmes résultats pour cet étage que pour les supérieurs; le sol qui repose soit sur le *Cornbrash*, soit sur la Grande oolithe, est ordi-

nairement formé d'une terre légère, qui n'est conséquemment pas favorable à tous les genres de culture ; mais il arrive aussi que ce sol est trop peu épais, et même tellement mince, que les morceaux brisés du calcaire, se mêlant à la terre, la rendent presque totalement aride. La Grande oolithe présente souvent les mêmes inconvéniens : aussi le sol qui repose sur ces calcaires, bien qu'il ne soit pas contraire aux développemens de l'orme, du frêne, et même du peuplier, ne fournit-il que de maigres pâturages. Mais ceux-ci acquièrent une grande vigueur sur l'argile de *Bradford*, la terre à foulon et l'oolithe ferrugineuse. Le colza et le treffe réussissent parfaitement sur ces mêmes dépôts ; il en est de même des arbres forestiers.

FORMATION OOLITHIQUE.

dans le département de la Haute-Saône.

M. Thirria, à qui l'on doit une excellente description géologique du département de la Haute-Saône, va nous fournir une coupe générale de la formation oolithique, qui offre encore un exemple du peu de développement de certains étages, de l'importance qu'ont acquise certains autres, ainsi que de la variété de texture et de composition minéralogique, que présente cette formation dans certaines contrées.

ÉTAGE SUPÉRIEUR.

1° Couche de calcaire, généralement gris, quelquefois blanc ou jaunâtre, qui paraît se rapporter au *Portland-stone*.

2° Marnes grises et calcaire marneux, renfermant la *Gryphæa virgula*. Ces couches sont analogues, par leurs fossiles, à l'argile de Kimmeridge.

ÉTAGE MOYEN.

3° Calcaire gris compacte, renfermant des débris du genre *Astarte*.

4° Couches d'argile et de calcaire ordinairement oolithique, dont la partie supérieure contient des coraux, et l'inférieure des Nérinées. Ces deux natures de couches paraissent répondre au *Coral-rag*.

ÉTAGE SOUS-MOYEN.

5° Sous le nom d'*argile à chailles*, M. Thirria désigne une argile ocreuse, rude au toucher et un peu siliceuse, renfermant des

boules de calcaire siliceux, appelées *chailles*. Cette argile contient un grand nombre de fossiles à l'état siliceux.

6° Marnes schisteuses d'un gris noirâtre, avec calcaire marneux, passant, vers le bas, à des marnes schisteuses grises, qui renferment des grains oolithiques de fer hydraté, que l'on exploite dans plusieurs parties du département.

Les couches précédentes reposent sur un calcaire gris foncé, schisteux et argileux. On y remarque la *Gryphæa dilatata*, qui caractérise l'*Oxford-clay*, tandis que le calcaire gris foncé représente le *Kelloway-rock*.

ÉTAGE INFÉRIEUR.

7° Calcaire marneux, gris ou jaunâtre, oolithique, regardé comme l'équivalent du *Cornbrash*.

8° Calcaire présentant des couches schisteuses, suboolithiques ou compactes, et renfermant du fer oxidé. On rapporte ces couches au *Forest-marble*.

9° Couches oolithiques contenant des fossiles, parmi lesquels se trouvent l'*Ostrea acuminata* et l'*Avicula echinata*. Elles représentent la *Grande oolithe*.

10° Marne jaune d'environ 2 mètres d'épaisseur que l'on regarde comme l'équivalent du *Fullers-earth*.

11° *Oolithe inférieure*, composée de différens calcaires, oolithiques, lamellaires, sublamellaires ou compactes, rougeâtres, gris ou jaunes. Quelques-unes de ces couches sont remplies d'*Entroques* ou *Encrines*; l'une d'elles est remarquable en ce qu'elle renferme du fer hydraté en assez grande abondance pour être exploité avec avantage.

FORMATION OOLITHIQUE.

Dans l'ancien pays d'Auxois, en Bourgogne.

L'ancien pays d'Auxois, qui comprend l'arrondissement d'Avalon dans le département de l'Yonne, et celui de Semur, dans le département de la Côte-d'Or, a offert à M. de Bonnard [1] l'occasion de donner une excellente description de la formation oolithique dans cette partie de la France, qui s'appuie sur les montagnes granitiques et porphyriques du Morvan. Il désigne sous le nom de *terrain de calcaire blanc* tout le massif qui fait le sujet de sa description, et qu'il divise en quatre systèmes, qu'il nomme *calcaire conchoïde*, *calcaire oolithique*, *calcaire blanc-jaunâtre marneux*, et *calcaire à entroques* : divisions qui semblent appartenir à l'étage inférieur de la *formation oolithique*.

Le *calcaire conchoïde* est compacte, à cassure unie et

[1] *Annales des mines*, tome x, année 1825.

conchoïde, et d'une couleur grise, blanchâtre ou jaunâtre; il est souvent traversé par des veines de calcaire magnésien et de calcaire ferrifère, spathique ou terreux. Les fossiles sont rares dans ce calcaire : le plus commun est une espèce de Lime.

Ce calcaire paraît représenter à la fois le *Cornbrash*, le *Forest-marble* et le *Bradford-clay* des Anglais.

Le *calcaire oolithique* est à grains fins et assez réguliers ; sa couleur, ordinairement blanchâtre, passe au jaunâtre, et quelquefois au rougeâtre. Ses couches supérieures ont une grande tendance à se déliter en feuillets minces, qu'on emploie à couvrir les toits. Considéré en grand, ce calcaire est caverneux ; de grandes cavités le traversent ; c'est dans ses flancs que la nature a creusé les célèbres grottes d'Arcy-sur-Cure.

Ce calcaire se rapporte évidemment à la *Grande oolithe* des Anglais.

Le *calcaire blanc jaunâtre marneux* est à cassure inégale et terreuse ; ses couches supérieures se délitent en plaques minces, que l'on emploie comme celles du calcaire oolithique à couvrir les maisons.

On y voit quelquefois des bancs minces d'une lumachelle brune, presque entièrement composée de débris de coquilles, et quelques lits d'argile d'un bleu noirâtre. On trouve dans ce calcaire beaucoup de fossiles, tels que des Peignes, des Huîtres, des Arches, et notamment des Ammonites.

Ce calcaire marneux correspond au *Fullers-earth* des Anglais, malgré les différences minéralogiques qui l'en distinguent en apparence.

Le *calcaire à entroques* offre une texture un peu lamellaire, qui passe à la texture grenue, et quelquefois à la texture saccharoïde et même oolithique. Sa couleur varie du blanc au gris et au jaune rougeâtre. Ses couches superficielles se délitent aussi en feuillets minces. Il renferme fréquemment des rognons de minerai de fer brun rougeâtre, et ses fentes sont souvent remplies de stalactites. Ce calcaire est quelquefois presque entièrement composé d'Entroques ; toutefois il renferme aussi d'autres fossiles, notamment de grandes Huîtres, des Peignes, des Térébratules, des Plicatules, des Nautiles, des Ammonites, des Oursins, des Polypiers, etc.

Ce calcaire correspond à l'oolithe inférieure des Anglais.

FORMATION OOLITHIQUE

dans le Jura.

Les montagnes du Jura se composent presque entièrement du terrain qui a reçu de cette chaîne la dénomination de jurassique. Dans la description de la formation oolithique, nous avons plusieurs fois cité le Jura ; mais nous pensons qu'en donnant le résumé en peu de mots d'une coupe faite dans ces montagnes, depuis Porentruy jusqu'à Bienne, par M. Thurmann, nous ferons mieux comprendre que c'est avec raison qu'on a donné le nom de jurassique au terrain qui nous occupe, puisque dans le Jura on y trouve le détail de toutes les coupures qui ont été faites en Angleterre et en Normandie.

L'auteur que nous venons de citer partage l'ensemble des groupes qui constituent notre formation oolithique en quatre groupes et en quatorze divisions, de la manière suivante :

GROUPE PORTLANDIEN.

1° *Calcaire portlandien* (*Portland-stone*). Principalement composé de calcaire compacte, quelquefois oolithique, ou un peu feuilleté, à cassure souvent conchoïde, passant dans ses parties inférieures à la marne, et contenant la *Gryphœa virgula*, que l'on nomme aussi *Exogyra virgula*, des Isocardes, etc.

2° *Marnes kimmeridiennes* (*Kimmeridge-clay*). Marnes jaunâtres, renfermant des bancs de calcaire argileux ou sableux, quelquefois compacte, et d'autres fois oolithique, passant à la *lumachelle*, et contenant beaucoup de fossiles, tels que des Térébratules, des Huîtres, des Peignes, et notamment la *Gryphœa virgula*.

GROUPE CORALLIEN.

3° *Calcaire à Astarte*. Il est compacte, à cassure conchoïde, et renferme peu de fossiles, parmi lesquels on distingue surtout l'*Astarte minima*. M. Thurmann le rapporte au calcaire de Blangy, dont nous avons parlé précédemment.

4° *Calcaire à Nérinées*. Il est blanc, compacte, souvent à cassure conchoïde, et renferme peu de fossiles, dont les plus fréquens sont : les *Nerinea elegans*, *pulchella* et *bruntrutana*.

5° *Oolithe corallienne*. Calcaire oolithique à grains inégaux, ordinairement blanc, rarement gris de fumée ou bleuâtre.

6° *Calcaire corallien*. Roche à texture compacte, quelquefois grenue, passant aux textures lamellaire et saccharoïde par l'abondance des fragmens de Polypiers, qui souvent ont passé à l'état siliceux.

GROUPE OXFORDIEN.

7° *Terrain à Chailles.* Composé de calcaire argileux ou sableux, et de marnes à rognons sphéroïdaux, d'une argile ocreuse que l'on nomme *Chailles*. Les fossiles y sont souvent siliceux ; ce sont des Serpules, des Ammonites, des Polypiers, etc.

8° *Marnes oxfordiennes.* Dépôt qui se compose de marnes bleues, renfermant des bancs et des rognons sphéroïdaux de calcaire argileux, compacte, gris de fumée, qui représentent le *Kelloway-rock* des Anglais. Ces marnes sont riches en fossiles, parmi lesquels on remarque beaucoup d'Ammonites, dont le têt est transformé en sulfure de fer.

GROUPE OOLITHIQUE.

9° *Dalle nacrée.* C'est-à-dire lumachelle feuilletée passant à l'oolithe miliaire, et présentant des lames cristallines et des reflets nacrés, dus aux coquilles brisées dont elle est formée.

10° *Calcaires roux sableux.* Calcaires à texture grenue, un peu cristalline, dont la couleur dominante est le jaune roussâtre, mais qui varient du rougeâtre au violâtre, au bleuâtre, etc. Ils sont accompagnés de marnes jaunâtres, quelquefois bleues, souvent sableuses et ferrugineuses. Les fossiles y sont nombreux mais mal conservés.

11° *Grande oolithe.* Oolithe miliaire, dont les grains sont unis par une pâte compacte ou légèrement lamellaire, presque toujours blanche à l'extérieur et quelquefois bleuâtre à l'intérieur. Cette roche renferme quelques fragmens de fossiles indéterminables.

12° *Marnes à Ostrea acuminata.* Ces marnes se rapportent au *Fullers-earth* d'Angleterre ; elles sont d'un gris jaunâtre, quelquefois bleuâtres, et accompagnées de calcaire argileux de même couleur passant à l'oolithe.

13° *Oolithe subcompacte.* Calcaire oolithique miliaire, devenant ferrugineux dans la partie inférieure. Il représente l'*Inferior oolite* des Anglais.

14° *Oolithe ferrugineuse.* Roche à texture oolithique, dont les grains sont composés d'oxide de fer, mais dont la pâte qui les réunit est compacte.

Elle se lie à sa partie inférieure avec des grès et des marnes sableuses, dont M. Thurmann forme sa quinzième division, sous le nom de *grès superliasique*, mais qui, appartenant à la formation liasique, ne doit pas faire partie de cette coupe.

Toutes ces assises et toutes ces couches ne se trouvent pas réunies sur un même point ; il y en a qui diminuent d'épaisseur et qui finissent même par manquer tout-à-fait ; tandis que d'autres, s'augmentant aux dépens de celles qui s'amincissent, acquièrent une grande puissance.

FORMATION OOLITHIQUE.

En Pologne.

Cette formation présente dans le centre de l'ancienne Pologne des caractères tellement différens de ceux qu'elle offre dans les autres contrées de l'Europe, que nous croyons utile d'en donner une idée d'après les observations faites par M. Pusch [1].

Toute la formation oolithique de la Pologne repose, d'après ce savant, sur le calcaire appelé *muschelkalk*, car le *lias* ou la formation liasique manque dans cette contrée.

Le groupe le plus supérieur de la formation oolithique se compose de calcaires oolithiques gris et bigarrés, et d'agglomérats calcaires qui paraissent correspondre au *Cornbrash* et au *Forest-marble* des Anglais. Ils se lient vers le haut à des marnes rouges et bigarrées et à des grès à lignites qui appartiennent au terrain crétacé.

Le groupe moyen est principalement formé d'un calcaire dolomitique, en général d'une blancheur éclatante. Cette roche est poreuse et caverneuse, les fentes qui la traversent forment par leur réunion de grandes cavernes remplies de stalactites, et dont la plus vaste se trouve près d'Olsztyn : de moyennes et de petites cavernes sont fréquentes autour d'Oycow, et plus loin vers Krakovie. Le calcaire dont il s'agit renferme un grand nombre de silex pyromaques foncés, qui abondent au pied du mont Krakus, dans les rochers de Poddgorce et de Bielany, et qui, détachés du calcaire, couvrent en abondance les pentes sablonneuses des montagnes, et les plaines près de Morawice, non loin de Krzeszowice, près de Pilica, de Zarki, etc. Ce calcaire forme les séries de hauteurs qui s'étendent depuis Wielun jusqu'à celles de Krakus, près de Krakovie : ce sont des rochers élevés de 1,200 à 1,400 pieds au-dessus du niveau de la mer, qui présentent l'apparence de ruines, de colonnes et d'autres monumens, et qui donnent un aspect si pittoresque aux vallées rocailleuses que l'on admire à Oycow et à Piaskowa-Skala, et qui ne sont que des fentes ouvertes au milieu de ces montagnes.

La partie supérieure du calcaire dolomitique est formée

[1] Extrait du Ier volume du *Slawianina*, journal de Varsovie, inséré dans le journal de Géologie. Tom. II, p. 217 et suivantes.

depuis Olkusz jusqu'à Zarki, et surtout autour de Wladowice, de grains de fer pisiforme, auxquels se mêle du sable grossier, qui en fait une sorte de grès rouge, comme dans les vallées de Szklary, et de Pormorzany, près d'Olkusz.

Le groupe inférieur se compose de calcaires blanchâtres, plus ou moins marneux. Lorsque ces calcaires reposent, comme à Olkusz et à Nowagora, sur le muschelkalk, il est facile de les confondre avec cette dernière roche, si l'on n'a pas l'œil exercé.

Dans d'autres localités la formation oolithique de la Pologne s'étend en stratification discordante sur la formation houillère.

FORMATION OOLITHIQUE.

En Krimée.

Cette formation se présente en général dans la partie septentrionale des montagnes qui bordent la Krimée au sud, mais elle y est peu développée. Aux environs de Simpheropol, on reconnaît à la partie supérieure l'*étage corallien* représenté par un calcaire à polypiers, et des marnes qui renferment des Huîtres, des Bélemnites, des Polypiers, etc. La *Grande oolithe* et l'*oolithe inférieure* se confondent, et sont représentées par un calcaire oolithique à gros grains, qui passe à la partie inférieure à une oolithe miliaire. Ce calcaire oolithique alterne à Tirenaïr avec des couches de poudingue à cailloux siliceux. Dans sa partie inférieure on trouve du lignite en petits fragmens ; puis une marne blanche que l'on pourrait prendre pour l'argile à foulon des Anglais, si elle ne renfermait des cailloux roulés ; du calcaire bleu, des lignites, et beaucoup de fossiles ; enfin un calcaire marneux bleu avec un dépôt de lignite épais de près d'un mètre. Près de Kara-sou-bazar la formation oolithique comprend un calcaire compacte, des schistes, des grès et du poudingue à cailloux siliceux et à ciment calcaire.

FORMATION LIASIQUE.

Comprenant
- Le terrain liasique, de M. d'Omalius d'Halloy ;
- Le terrain abyssique du lias, de M. Al. Brongniart ;
- Le calcaire à gryphytes arquées, de plusieurs géologistes ;
- Le lias des Anglais ;
- Le calcaire à gryphées, de plusieurs auteurs.

Cette formation, qui atteint en Angleterre et sur le conti-

nent une puissance de 150 à 200 mètres, est beaucoup moins compliquée que la formation oolithique. Elle en est aussi parfaitement distincte par ses caractères minéralogiques et paléontologiques : aussi est-elle facile à reconnaître, et a-t-elle été prise par plusieurs géologistes, et particulièrement par M. de Humboldt, comme point de repère, ou, en d'autres termes, comme horizon géognostique.

Un géologiste, dont l'opinion est de quelque poids dans la science, M. Dufrénoy [1], considère le *lias* comme étant intimement lié aux calcaires oolithiques. Un autre observateur, M. Charbaut [2], a soutenu une opinion différente en s'appuyant sur les exemples que présentent le Jura, et principalement les environs de Lons-le-Saulnier, où l'on voit les calcaires oolithiques superposés au lias en stratification discordante.

En rappelant ces faits, qui ont été le sujet de plusieurs discussions, nous ne nous croyons pas obligés de nous prononcer sur leurs conséquences, soit en considérant la discordance de stratification des deux dépôts comme une règle, soit en la regardant comme une exception. La nomenclature que nous adoptons concilie ces deux opinions, puisque pour nous la *formation liasique* est la partie inférieure du *terrain jurassique*.

Considérée dans son ensemble, la formation liasique peut être divisée en trois parties que nous ne partagerons pas en groupes, parce qu'elles ne sont pas assez compliquées, mais que nous désignerons sous celui d'*étages*. Ces étages ne se trouvent pas toujours réunis. Il arrive souvent que deux étages superposés l'un à l'autre acquièrent toute leur puissance aux dépens du reste de la formation.

Les caractères minéralogiques n'étant pas constans dans ces différents étages, on a besoin d'y joindre les caractères zoologiques pour y reconnaître les divisions dont nous venons de parler : ainsi les Bélemnites caractérisent l'*étage supérieur;* elles y sont très-variées, puisqu'à l'exception de celles qui sont particulières à la craie, la plupart des espèces de ce genre appartiennent à cet étage. Il est vrai qu'alors on y retrouve quelques-unes de celles que nous avons vues répandues dans l'oolithe ferrugineuse; mais comme la texture de l'étage supérieur de la formation liasique, et en général ses caractères minéralogiques se distinguent facilement de

[1] *Ann. des sciences nat.*, t. 17, p. 192.
[2] *Ann. des mines*, t. 4.

ceux de l'oolithe, il est difficile de confondre aucun des étages oolithiques avec aucun des étages liasiques.

L'*étage moyen* est caractérisé par un mollusque facile à reconnaître, la *Gryphæa arcuata;* on y trouve aussi le *Plagiostoma obscurum*, et surtout le *Plagiostoma giganteum*.

M. Leymerie a, dans un mémoire présenté récemment à l'Académie des sciences, signalé un système de couches qu'il nomme *choin-bâtard*, d'après les carriers du département du Rhône, et qui est très-visible dans ce département, bien que peu étudié; il existe dans la Bourgogne, la Franche-Comté et même la Normandie. Ce système se compose de *calcaires*, de *macignos* et de *marnes*. Il est supérieur au calcaire à Gryphées, c'est-à-dire à l'étage moyen du lias.

Quant à l'*étage inférieur*, lorsqu'il ne se confond pas avec les précédens, il s'en distingue facilement par la rareté des Bélemnites et des Gryphées, et par l'abondance des coquilles de la dernière espèce que nous venons de citer. D'autres fois enfin il se distingue par la puissance de ses roches siliceuses.

ÉTAGE SUPÉRIEUR.

Cet étage se compose, tantôt d'une masse de marne très-puissante, formant la base sur laquelle reposent les couches de calcaire oolithique; tantôt de couches marneuses et calcaires, qui alternent ensemble; tantôt enfin d'un grès calcarifère, que plusieurs géologistes ont appelé *grès superliasique*. Les marnes varient de couleur : quelquefois elles sont d'un blanc jaunâtre, et d'autres fois d'un gris bleuâtre et noirâtre.

Dans le département de Maine-et-Loire, à une lieue de Doué (arrondissement de Saumur), plusieurs carrières sont ouvertes au Brossay, pour y exploiter un calcaire qui fournit une excellente chaux hydraulique. Nous considérons comme appartenant à l'étage supérieur les couches que l'on exploite dans cette localité. Elles en offrent tous les caractères : ce sont à la partie supérieure cinq ou six alternances de marnes calcaires et de calcaire marneux, qui dans les couches inférieures, où il n'alterne plus avec les marnes, prend une texture plus ou moins compacte, quelquefois même un peu sublamellaire. Nous y avons vainement cherché la *Gryphæa arcuata;* mais nous y avons remarqué une grande quantité de *Bélemnites* et d'autres corps organisés, variés en genres et en espèces : ce sont entre autres, le *Nautilus lineatus*, (Sow.), le *Pecten æquivalvis* (idem), la *Cucullea lævis*, la

Trigonia navis? Enfin, des Arches, des Térébratules, des Ammonites et des Plagiostomes.

La succession des couches exploitées au Brossay présente une épaisseur de 8 mètres. Le calcaire y est souvent fendillé, et les fentes sont remplies de calcaire spathique. Quelquefois aussi les mollusques cloisonnés, tels que les Ammonites et les Nautiles, se sont moulés dans le calcaire, et y ont laissé leurs traces tapissées de cristaux de chaux carbonatée.

Dans le département du Calvados (arrondissement de Bayeux), l'étage supérieur se compose aussi de couches alternatives, de marne et de calcaire; mais ces deux roches y sont bleuâtres, tandis que dans d'autres localités du même département elles sont jaunâtres, quelquefois même un peu oolithiques et ferrugineuses : telles sont celles de Curcy, d'Epinay-sur-Odon et du Pont-de-Landes. Mais ce qui distingue quelques autres localités du même département, entre autres Croisilles, Magny, Sully et Vaucelles, c'est que vers son point de contact avec la formation oolithique, les strates supérieurs et calcaires de l'étage dont nous nous occupons renferment des silex tuberculeux grisâtres, bleuâtres ou blanchâtres, ou bien des concrétions de grès calcaréo-siliceux, micacé, grisâtre, et contenant de la glauconie [1].

La formation liasique est assez développée dans le département de la Moselle, et même aux portes de Metz, pour que nous y trouvions des exemples propres à compléter ce que nous avons à dire de cette formation.

L'étage supérieur se compose de grès, de marnes et de calcaire.

Le grès qui occupe la partie la plus supérieure est, par cette raison, le même qui a reçu de plusieurs géologistes la dénomination de *grès superliasique*. On le remarque au-dessous des marnes inférieures de la formation oolithique, sur le penchant de la côte de Saint-Quentin qui regarde la ville de Metz. Il est calcarifère et un peu argileux; sa couleur jaunâtre paraît être due à une faible quantité d'oxide de fer; son grain est fin, et il contient beaucoup de mica. Il est fissile dans sa partie supérieure, et renferme des lits très-ferrugineux. Ses couches augmentent d'épaisseur et de solidité à mesure que l'on descend vers sa base, où il devient compacte, et prend une teinte bleuâtre.

M. V. Simon a trouvé dans ce grès des Bélemnites, des

[1] *De Caumont :* Essai sur la Topographie géognostique du Calvados.

Trigonies, des Pernes, des Avicules, des Gryphées, des Crassines, etc. [1].

Ce grès passe à des marnes grises, siliceuses et micacées, comme on le remarque au village de Corny, et, suivant M. Simon, aux environs de Thionville. Ces marnes sont assez ordinairement fissiles, et renferment des couches de grès grossier, très-calcarifère. Dans leur partie supérieure elles sont grises, et contiennent de petits rognons ovoïdes de 3 à 4 centimètres de diamètre, et qui présentent souvent du fer sulfuré. La partie inférieure de ces marnes prend une teinte bleuâtre, et devient de plus en plus argileuse. On y trouve des conglomérats calcaires, d'un gris bleuâtre, qui ne sont composés presque uniquement que d'un assemblage de coquilles.

M. Simon a recueilli dans ces marnes des Crinoïdes, des Bélemnites, des Ammonites, des Limes, des Nucules, des Serpules, etc. On y a trouvé aussi des ossemens de Plesiosaures et d'Ichtyosaures.

Au-dessous des marnes que nous venons de décrire, s'en présentent d'autres que M. Simon nomme *marnes avec ovoïdes*, parce qu'en effet elles renferment beaucoup plus d'ovoïdes que les précédentes. Ces ovoïdes sont disposés en couches : les uns sont ferrugineux, c'est-à-dire qu'ils contiennent beaucoup d'oxide de fer; d'autres sont composés de sidérose ou de fer carbonaté; d'autres encore sont en fer hydraté ocreux; d'autres sont des masses calcaréo-argileuses; d'autres enfin sont de calcaire très-compacte, et renferment des coquilles fossiles, ce qui n'a lieu que rarement pour les ovoïdes calcaréo-argileux.

Ces ovoïdes sont assez variés dans leur forme : les uns sont elliptiques, d'autres sphériques, d'autres enfin présentent des mammelons qui leur donnent quelque ressemblance avec les silex de la craie.

M. Simon a trouvé, dans ces ovoïdes, de la barytine, de la célestine, du gypse en rhomboèdres, du lignite, du fer sulfuré et des lamelles de zinc également sulfuré.

Les marnes qui contiennent ces ovoïdes sont plus ou moins argileuses, quelquefois très-compactes. A Corny, elles passent de la couleur jaune brunâtre à une teinte bleue très-intense; à Grimont, elles se divisent en feuillets minces et courts.

[1] *Mémoire* sur le Lias du département de la Moselle, par M. Victor Simon. — 1836

A ces marnes succèdent d'autres marnes essentiellement feuilletées, d'un gris bleuâtre et quelquefois brunâtre. Nous les avons observées à Saint-Julien, près de Metz, sur la rive droite de la Moselle ; mais M. Simon les signale encore à Malroy, à Sainte-Ruffine et aux environs de Thionville. On y trouve des cristaux rhomboédriques de gypse et quelques fossiles appartenant aux genres Bélemnite, Posidonie, Modiole et Ammonite.

Ces marnes reposent le plus ordinairement sur le lias de l'étage moyen, comme on peut le voir à Saint-Julien. Cependant quelquefois elles en sont séparées, ainsi que l'a remarqué M. Simon, par un *calcaire à bélemnites*. Ce calcaire peu puissant, qui se montre à la côte de Lormeché, et aux environs de Peltre, de Marly, de Malroy et de Magny, près de Metz, est très-marneux, d'un gris brunâtre et criblé de Bélemnites. Ses couches alternent avec des marnes grisâtres ou brunâtres. M. Simon y a trouvé du bois fossile brun, des empreintes de tiges de cicadées, du fer sulfuré et du manganèse aciculaire.

L'étage supérieur du lias, observé par M. Dufrénoy, entre Aubenas et l'Argentière, au pied des Cévennes[1], présente des caractères assez différents de celui des localités que nous venons de citer pour être relatés ici. Il est composé d'un calcaire marneux noir et schisteux, qui alterne avec des couches de marne. Le calcaire forme même rarement des couches dans la marne : il est plutôt en rognons aplatis et contigus. La surface de ces rognons, dit M. Dufrénoy, se décompose et devient blanchâtre ; ils se délitent à l'air, se cassent irrégulièrement quand on les frappe, et prennent l'empreinte du marteau. Les couches de marnes sont schisteuses et se délitent aussi très-facilement à l'air. Leur décomposition donne naissance à un grand nombre de petits monticules qui couvrent presque entièrement le sol, et lui communiquent une grande aridité. Dans quelques localités, au lieu d'alterner assez régulièrement avec le calcaire, elles deviennent dominantes. Près de Saint-Brés elles sont bitumineuses, et présentent les caractères extérieurs des schistes marno-bitumineux des environs de Mansfeld.

Près de Saint-Étienne-de-Fontbellion, on trouve à la partie inférieure, et seulement dans quelques escarpemens, un calcaire noir pénétré d'une multitude d'*Entroques* fos-

[1] Mémoire pour servir à une description géologique de la France, tome I, pages 193 et suivantes.

siles, généralement peu abondants dans ce calcaire. Les marnes ont offert à M. Dufrénoy quelques *Bélemnites*, ainsi que des Ammonites (*A. Valcotii*, *A. Johnstonii*), enfin des Peignes et des Térébratules.

Ces marnes renferment quelques veines de lignites.

Près de La Voulte le calcaire du même étage contient une couche de fer oligiste non métalloïde, de 5 ou 6 mètres d'épaisseur.

M. Dufrénoy a signalé d'autres caractères remarquables dans l'étage supérieur du lias sur les pentes des Cévennes : c'est d'être associé à de nombreuses couches de grès, avec lesquelles alterne le calcaire à bélemnites : ce calcaire est compacte, d'un gris foncé, et pénétré de filons dans tous les sens; c'est de renfermer un calcaire en partie compacte et en partie grenu, composé de petits rhomboèdres accolés les uns aux autres, âpre au toucher, facile à se désaggréger entre les doigts, et contenant de la magnésie en proportion très-rapprochée de celle qui constitue la dolomie; c'est enfin d'être associé à des masses puissantes de gypse saccharoïde.

Les principales localités où ces faits se présentent sont les environs de La Salle et de Saint-Hippolite.

Le calcaire magnésien dont il s'agit développe, par la percussion, une odeur bitumineuse; il contient de la galène, accompagné de blende, de baryte sulfatée et de chaux fluatée. Le gypse renferme des cristaux de quarz bipyramidés, et est accompagné de marnes rougeâtres et verdâtres, au milieu desquelles il forme plutôt des amas que des couches. Là où la marne est rouge, le gypse prend la même couleur et renferme des cristaux de quarz rouge semblables à ceux qui portent le nom d'*Hyacinthe de Compostelle*.

On peut concevoir d'abord quelques doutes sur la question de savoir si ce gypse appartient réellement à l'étage supérieur du lias plutôt qu'à une formation plus ancienne ou moins ancienne que la formation liasique. Mais M. Dufrénoy fait observer que ce point offre peu de prise aux doutes lorsqu'on remarque aux environs de Cazouls le calcaire gris foncé de l'étage supérieur du lias, devenir rougeâtre dans toute la partie en contact avec le gypse rouge qu'il supporte; et que, d'un autre côté, on voit ce même gypse recouvert, près de Durban, d'un calcaire caverneux ou cellulaire, qui appartient à la formation oolithique, et qui recouvre aussi le calcaire à Bélemnites. (*Pl.* 21, *fig.* 11 et 12.)

ÉTAGE MOYEN.

L'étage moyen, de la formation liasique, se compose de couches plus ou moins marneuses, comme dans l'étage supérieur, et d'un calcaire ordinairement bleuâtre, mais souvent aussi, gris ou blanc, à texture compacte et à cassure plus ou moins conchoïde. Dans la partie supérieure de l'étage, les marnes alternent avec le calcaire; dans la partie inférieure les couches marneuses deviennent plus minces et même disparaissent tout-à-fait, en sorte que le calcaire reste seul, mais toujours régulièrement stratifié.

C'est dans les marnes de cet étage qu'abondent les gryphées arquées; le calcaire en contient beaucoup moins, il se montre plus riche en Plagiostomes, en Peignes, en Ammonites et en autres corps organisés.

Les carrières de Vallières, près Metz, sont ouvertes dans le lias moyen, dont le calcaire fournit, depuis une époque très-reculée, une chaux de la meilleure qualité. La partie supérieure de ces exploitations se compose d'abord de deux mètres de marne grisâtre, contenant une couche d'ovoïdes calcaires, puis de couches alternatives de calcaire marneux et de marnes qui participent encore de l'étage supérieur, autant qu'on en peut juger par l'abondance des Bélemnites.

C'est au-dessous que se succèdent des couches d'abord marneuses, puis calcaires, disposées régulièrement comme une muraille, et caractérisées par les gryphées; enfin, dans la partie inférieure, les marnes deviennent très-feuilletées et noirâtres; elles diminuent d'épaisseur, et cessent pour faire place au calcaire, qui dans toutes les couches est bleuâtre. Il donne par la percussion une odeur d'hydrogène sulfuré. Ses bancs acquièrent dans le bas une épaisseur de 50 centimètres. La stratification est généralement horizontale.

Dans le département du Calvados, aux environs de Bayeux, cet étage est composé de couches plus ou moins marneuses, avec lesquelles alternent, à des intervalles indéterminés, des couches compactes, à cassure conchoïde, assez souvent traversées par de petits filons de calcaire blanc spathique. A Longeau, dit M. de Caumont, les couches compactes, très-nombreuses, sont formées de rognons du même calcaire aplatis et contigus. Les couches les plus inférieures n'ont souvent rien qui les distingue des autres; cependant quelques localités, entre autres Longeau et l'Épi-

nay-Tesson, présentent un calcaire presque noir, contenant une quantité prodigieuse de gryphées, et alternant avec des marnes de même couleur remplies de lignites.

Le gypse, qui a été signalé dans l'étage supérieur du lias, se trouve aussi dans l'étage moyen, lorsque celui-ci constitue des masses d'une grande puissance. Cette observation a été faite par M. Pareto, dans le département des Basses-Alpes. Ainsi, en se dirigeant de Castellane à Senez, on voit les couches de calcaire à gryphées ou du lias moyen se relever en s'appuyant sur des masses de gypse plus ou moins saccharoïde, blanc et rougeâtre, contenant, comme nous l'avons vu dans l'étage supérieur, des cristaux de quarz prismés bipyramidés (*Pl.* 21, *fig.* 14). M. Pareto n'a pu signaler dans ces couches que l'association du gypse et du lias; mais M. Bertrand Geslin a remarqué, près de Digne, le gypse et ses marnes intercalés entre deux masses de lias de l'étage moyen.

ÉTAGE INFÉRIEUR.

Cet étage est formé de sable, et principalement de grès blanc ou jaunâtre, quarzeux ou micacé. Il offre ces deux couleurs près de Luxembourg et autour des montagnes des Vosges; il est blanc à Vallières, près Metz. Il contient quelquefois des rognons argileux et des silex roulés, blancs ou noirs. Souvent il est calcarifère et passe au calcaire sableux ou au calcaire marneux de l'étage supérieur. D'autres fois il est représenté par un calcaire blanchâtre ou jaunâtre, renfermant des grains de sable, et alternant avec des couches d'argile ou de sable argileux. Le grès de cet étage est souvent friable, mais plus souvent il est assez solide pour être employé comme pierre de construction. C'est cette roche qui constitue la colline sur laquelle Luxembourg est bâti : il y atteint une épaisseur d'environ cent pieds, ce qui a donné le moyen de rendre la citadelle de Luxembourg l'une des plus fortes qui existent.

M. Elie de Beaumont considère ce grès comme formant la transition entre le terrain jurassique et le terrain keuprique, parce que ses fossiles appartiennent plutôt aux couches inférieures du premier de ces terrains qu'aux couches supérieures du second.

« Les couches supérieures des marnes irisées présentent, dit-il, une teinte verte qui les distingue de la masse. On y voit paraître des couches minces d'argile schisteuse noire,



et de grès quarzeux presque sans ciment, qui finissent par remplacer entièrement les marnes vertes, et qui *forment le commencement* du grès inférieur du lias, grès qui fait partie de ceux que les géologues allemands ont nommé *Quader-sand-stein*; mais qui se lie complétement, tant par des passages que par les fossiles qu'il contient, au calcaire à gryphées arquées qui le recouvre.»

« La séparation que je fais, ajoute-t-il, entre les marnes irisées et le grès inférieur du lias, est du nombre de ces coupures artificielles auxquelles la nécessité d'assigner des bornes circonscrites à chacun des objets de nos études, nous force de recourir dans l'étude de toutes les sciences naturelles. Aussi, si les marnes irisées continuent quelquefois à former un système assez distinct à une assez grande distance des Vosges, par exemple, près de Luxembourg et de Lons-le-Saulnier; il est des contrées où rien ne conduit à les séparer du grès inférieur du lias. Aux environs de Saint-Léger-sur-Dheune et d'Autun, les marnes irisées rentrent dans le dépôt d'arkose, qui, dans d'autres parties de la Bourgogne, où il est beaucoup plus mince, paraît s'identifier avec le grès inférieur du lias, qui se lie intimement au calcaire à gryphées arquées. »

On voit, par cette citation, que M. Elie de Beaumont incline à considérer le grès dont il s'agit, et dont le type peut être pris à Luxembourg, comme appartenant plutôt à la formation liasique qu'à la formation keuprique, opinion que partagent MM. Steininger et d'Omalius d'Halloy, opinion que justifient d'ailleurs les fossiles qu'il renferme.

Dans certaines parties de la France, l'étage inférieur du lias est représenté par des marnes ou des calcaires marneux, ou par ces grès feldspathiques que l'on désigne sous le nom d'*arkoses*, et dans les Alpes par des psammites ou des *grauwackes*.

Le grès de Luxembourg renferme peu de fossiles : cependant on y trouve, outre des Ammonites et des Peignes, la *Gryphæa arcuata*, et surtout le *Plagiostoma gigantea*, qui caractérise, comme nous l'avons vu, l'étage inférieur.

A Florenville, près de la rive gauche du Sémoy, à quatre lieues de Neuchâteau, dans la province de Luxembourg, M. Steininger a reconnu l'étage inférieur du lias, composé de marnes bleues ou noirâtres, renfermant des cristaux de gypse et le *Plagistome géant*, et reposant sur un grès analogue à celui de Luxembourg.

Dans le département de la Manche, l'étage inférieur du

lias présente des caractères différens. A Valognes, il se compose d'un calcaire blanchâtre et jaunâtre, ou d'un gris bleuâtre, à texture arénacée ou grenue, contenant des débris de coquilles qui forment un calcaire lumachelle. Ses couches sont séparées par des lits très-minces d'argile jaunâtre ou de sable silicéo-argileux.

Dans le département du Calvados, M. de Caumont a reconnu les mêmes couches qu'à Valognes ; à Osmanville surtout quelques-unes des couches supérieures renferment, dit-il, assez de silice pour faire feu sous le briquet, et les couches les plus basses sont chargées d'un sable jaunâtre très-fin. A Agy toutes les couches sont sableuses et remplies de glauconie. Les coquilles de ces localités sont des Plagiostomes, des Peignes, des Ammonites, des Gryphées arquées, etc. Mais on peut voir que ce qui le rapproche surtout des caractères généraux des dépôts de l'étage inférieur, c'est le sable et la silice qu'il contient.

Aux environs d'Allone, près Confolens, et en général depuis la Châtre jusqu'au delà de Brives, on trouve, suivant M. Dufrénoy, un grès blanc, qui offre tous les caractères extérieurs de la formation que M. de Bonnard a décrite sous le nom d'*Arkose*, et qui nous semble appartenir évidemment à l'étage inférieur de la formation liasique.

« Ce grès est composé de quarz hyalin, de parties feldspathiques, et d'un ciment en général marneux, mais quelquefois siliceux. La silice qui sert de ciment est dans quelques cas en si grande proportion, qu'il est impossible de dire si la roche est encore un grès ; elle passe à un jaspe fort abondant dans quelques points. Ces grès sont associés avec des argiles, et contiennent, ainsi qu'elles, de la baryte sulfatée, et des veinules de substances argileuses, différant essentiellement des argiles par leur composition.

« La *substance rose de Quincy*, la *Nontronite* et l'*Halloysite*, minéraux que M. Berthier a fait connaître, sont dans ce gisement. Ils présentent les uns et les autres, une composition analogue : ce sont des silicates contenant une grande proportion d'eau. Les argiles qui accompagnent le grès ont aussi quelque rapport avec ces substances : ainsi beaucoup d'entre elles renferment une très-grande proportion d'eau, dont une partie ne peut être chassée par un simple desséchement ; l'alumine qui entre dans leur composition est facilement attaquée par les acides, ce qui fait croire que cette substance est à l'état d'hydrate : ces argiles sont en outre très-douces au toucher, translucides sur les bords, et paraissent parti-

ciper d'un dépôt chimique ; elles sont d'un bleu grisâtre, et de couleur ocreuse.

» Le grès dont nous venons de donner la description paraît au premier abord appartenir à de vastes alluvions ; mais on reconnaît bientôt qu'il est au-dessous du lias. Quelquefois on le voit passer pour ainsi dire au calcaire, de sorte que l'on a un grès calcarifère à la séparation. »

Dans la chaîne du Jura, la formation liasique se présente ordinairement à la base des montagnes, tandis que la formation oolithique couronne le sommet de celles-ci. Nous avons dit que M. Charbaut avait reconnu dans les environs de Lons-le-Saunier que ces deux formations étaient en stratification discordante : ainsi, à la butte de Pimont, les marnes oolithiques reposent en strates horizontaux sur les couches du lias inclinées de 45 degrés. Nous pouvons ajouter que cette disposition s'observe aussi dans les environs de Pontarlier. C'est le relèvement très-prononcé de ces couches qui contribue le plus à rendre si pittoresque la longue vallée du Doubs, que l'on suit en allant de Pontarlier à Jouques, le dernier village sur la frontière de la France et de la Suisse. La montagne que domine le fort de Joux est une de celles qui présentent le mieux le lias en longs strates inclinés de 45 degrés. (*Pl.* 23, *fig.* 3.)

Nous avons déjà cité, parmi les substances minérales que l'on trouve dans le lias, le calcaire spathique, la dolomie, le gypse, la karsthenite, la chaux fluatée, la baryte sulfatée, le quarz, la nontronite, l'halloysite, la galène, la blende, le fer oligiste et le fer hydroxidé : nous ajouterons qu'on y rencontre aussi, dans les marnes, le fer sulfuré, quelquefois des nodules de fer carbonaté, comme aux environs de Bouxviller, dans le département du Bas-Rhin ; enfin de la calamine, de la célestine, du cuivre carbonaté et du cuivre gris, comme M. Rozet l'a observé au mont Atlas, dans le premier étage du lias.

Parmi les corps organisés dont nous avons cité les principaux, se trouvent ces *Coprolithes*, ainsi désignés par M. Buckland, qui a reconnu que ces singuliers corps, que l'on a trouvés en grand nombre aux environs de Lyme-Regis en Angleterre, dans une couche inférieure à l'étage à gryphées, et que l'on regardait comme des concrétions analogues aux bézoars, ce qui les fit appeler d'abord par les Anglais *Bezoarstones*, étaient des excrémens fossiles de grands Sauriens, tels que les *Ichthyosaures* et les *Plesio-*

saures, dont les débris se trouvent aussi dans les différens étages de la formation liasique.

Un chimiste anglais, M. le docteur Prout, a analysé quelques-uns de ces Coprolithes, et a reconnu que le phosphate de chaux constitue environ du quart aux trois quarts de toute la masse. « Le fer et le soufre, dit-il, se montrent, dans quelques circonstances, partiellement à l'état de sulfure de fer, et partiellement à l'état d'oxide; et les variétés colorées en noir dans lesquelles ces principes existent en grande abondance, paraissent devoir leur couleur principalement à ces substances et à un peu de matière charbonneuse. »

Avec ces Coprolithes on a aussi découvert des nodules noirs, que l'on s'accorde à regarder comme des poches d'encre fossile de sèche. Et ce qu'il y a de remarquable c'est que la matière colorante est encore assez bien conservée pour pouvoir être délayée et servir aux mêmes usages que la *sépia* et l'encre de Chine.

Nous terminerons cette description du lias par l'exposé de l'ensemble de ses trois étages en Bourgogne, dans les Alpes, en Angleterre, en Krimée et même hors de l'Europe.

FORMATION LIASIQUE

dans l'ancien pays d'Auxois, en Bourgogne.

La description qu'a publiée M. de Bonnard de la constitution géognostique de l'Auxois, se rapporte assez bien aux différens étages du lias.

Au-dessous d'un calcaire, à Entroques, qui paraît appartenir à la formation oolithique, on voit paraître un massif, principalement composé de marnes argileuses brunes, noirâtres, violâtres ou d'un gris bleuâtre, à texture schisteuse, quelquefois micacées et bitumineuses, renfermant des bancs et des rognons de calcaire, tantôt marneux tantôt passant à la lumachelle grise ou brune. Outre les Térébratules, les Modioles, les Huîtres, les Ammonites, les Toupies et d'autres coquilles, on y trouve le *Pecten univalvis*, la *Gryphæa cymbium*, le *Plagiostoma gigantea*, et surtout beaucoup de *Bélemnites*. Rien ne s'oppose donc à ce que l'on considère cet ensemble de couches marneuses, à rognons calcaires, comme représentant l'étage supérieur du lias.

Au-dessous de ces marnes brunes se présente un ensemble de couches calcaires et marneuses. Le calcaire y est bleuâtre

et solide ; ou blanc, mais plus marneux que le bleuâtre. Quelquefois cette roche se pénètre d'oxide de fer qui lui donne une teinte rougeâtre. Ce calcaire, qui renferme des veines de barytine et des grains de galène, ainsi que des filons d'argile ferrugineuse, contient des bois passés à l'état de lignite fibreux, des empreintes de fucoïdes, l'*Ammonites Bucklandi*, la *Mya intermedia*, l'*Unio hybrida*, des *Toupies* et des *Peignes*, et surtout la *Gryphæa arcuata*, qui caractérise ici l'étage moyen du lias.

Ce calcaire à gryphites se lie avec un groupe composé de marnes et d'arkoses. La partie supérieure est formée de marnes grisâtres et noirâtres, et d'un calcaire marneux passant à une lumachelle de la même couleur. Ce calcaire forme ordinairement des rognons dans la marne ; mais vers la partie inférieure de l'étage il constitue des couches régulières qui passent à deux variétés de grès : l'une qui est un macigno, et l'autre, ou la plus inférieure, une arkose, qui se transforme même en psammite. Ces roches calcaires et siliceuses sont veinées de barytine, ou bien contiennent des grains de galène et des lits de gypse. Les arkoses, les psammites et les macignos, qui alternent dans ce groupe, bien qu'ordinairement les arkoses le terminent, renferment aussi de la barytine et de la galène, ainsi que de la fluorine et de l'oxide de fer ; mais ce qui indique que ce groupe de roches appartient à l'étage inférieur du lias, ce sont les Plagiostomes, qu'on y remarque mêlés à d'autres coquilles. Sa position est remarquable en ce que, dans quelques localités, il repose sur le terrain keuprique, et dans d'autres sur le granite même. (*Pl.* 22, *fig.* 1.)

En France, la formation liasique atteint, dans certaines localités, une puissance considérable. Les travaux du canal de Bourgogne ont fait connaître, par des tranchées, des percées souterraines et des puits, les couches dont cette formation se compose dans la montagne de Pouilly et ses environs : ce sont les roches ci-après :

Calcaire d'un blanc jaunâtre, avec Bucardes. . . . . . Argile feuilletée d'un blanc jaunâtre, renfermant aussi des Bucardes.	15 mèt.
Argile feuilletée, bleue, renfermant des Térébratules, et alternant avec un calcaire marneux bleuâtre . . .	10
Calcaire à entroques, avec des couches subordonnées de calcaire subsaccharoïde	32
A reporter. . .	57

Report. . . .	57
Marnes argileuses bleues, avec des couches subordonnées de calcaire marneux et de calcaire noduleux et ferrugineux.	93,50
Calcaire argileux à Bélemnites.	4
Calcaire à Gryphées.	8,80
Marnes argileuses, noires, avec des rognons de calcaire argileux, des grès, des calcaires siliceux et argileux en couches.	15
Total.	178,30

Ces couches reposent sur du granite et de l'arkose.

FORMATION LIASIQUE,

Dans les Alpes.

Les marnes de l'étage supérieur du lias prennent une texture tout-à-fait schisteuse dans les Alpes; elles passent à un schiste noir, parsemé de très-petites lames de mica, et dont le caractère distinctif est de renfermer une grande quantité de bélemnites ou plutôt des moules de ces corps organisés : car leur forme est bien conservée; mais on n'en reconnaît plus la texture spathique; elles sont elles-mêmes transformées en schiste noir et légèrement micacé, comme le reste de la roche. Seulement elles n'offrent pas la texture feuilletée de celle-ci. Ce schiste calcarifère est une modification du calcaire même; il contient aussi du lignite, et c'est peut-être à son mélange avec des débris charbonneux qu'il doit la propriété de tacher en noir le papier. Quelquefois il devient un véritable schiste qui se délite en feuillets plats et minces, absolument comme le schiste tégulaire : il pourrait, sans aucun doute, être employé alors au même usage.

Parmi les localités où nous avons remarqué ces calcaires noirs et ces schistes du lias dans les Alpes, nous citerons le haut escarpement qui produit la magnifique chute du Staubach, et de l'autre côté de la vallée de Lauterbrunn, le Wengerberg, qui constitue la base de la Iungfrau. Ainsi au-dessus d'assises de calcaire et de grès (grauwacke) on voit, au Wengerberg, paraître le calcaire noir souvent schisteux, mais rempli de bélemnites et d'impressions qui semblent être dues à des plantes; puis, arrivé sur le petit plateau appelé *Wengener-Alp*, on voit s'élever les couches de schiste feuilleté. Ce qu'il y a de remarquable, c'est que

sur les flancs de la Iungfrau on voit apparaître au-dessus de ces roches les grès et les calcaires, puis des granites sur lesquels reparaît le lias. (*Pl.* 21, *fig.* 13.)

Les Alpes, qui appartiennent au groupe du Mont-Blanc, nous présentent l'étage inférieur du lias, mais dans un développement gigantesque, et avec des caractères qui ont fait considérer les roches qui y dominent comme appartenant à des terrains beaucoup plus anciens.

Une partie des Alpes dont nous voulons parler est comprise dans la province sarde, appelée la Tarentaise, qui appartint long-temps au département français du Mont-Blanc. On regardait ces hautes montagnes, comme *primitives*, lorsqu'en 1808 M. Brochant de Villiers fit voir que les roches qui les composent renferment des corps organisés, et prétendit alors qu'elles devaient appartenir aux terrains immédiatement supérieurs, c'est-à-dire aux *terrains intermédiaires*. Cette observation fit faire un pas de plus à la science. Cependant, en 1828, M. Élie de Beaumont, en étudiant les mêmes localités qui avaient été explorées par M. Brochant, reconnut que ces couches étaient encore moins anciennes que ne le croyait ce savant professeur.

Le calcaire des Alpes de la Tarentaise est ordinairement d'une couleur bleuâtre, sur laquelle se détachent de petits filets de spath calcaire blanc, qui sont dus à des fendillemens que la roche a éprouvés, et qui se sont remplis ensuite de chaux carbonatée. La texture de ce calcaire est très-variée: souvent grenue, elle devient saccharoïde, compacte, schistoïde, et même bréchiforme et poudingiforme. Il contient des grains de quarz, et quelquefois des cristaux de feldspath; presque toujours il renferme des silicates et des carbonates de magnésie : lorsque ceux-ci abondent, la roche passe à la dolomie. D'autres fois le calcaire devient argileux, ou schisteux, et passe même au calschiste.

Les couches subordonnées au calcaire sont composées de roches quarzeuses, à texture grenue ou compacte, qui prennent une structure schisteuse, et passent au schiste, au psammite, et même au poudingue. On y remarque des plaques plus ou moins étendues de schiste rubanné et des rognons aplatis d'une brèche calcaire.

Le schiste de la Tarentaise est ordinairement argileux; mais les débris et les impressions de végétaux à l'état charbonneux qu'il renferme souvent, le rendent noir, et le font passer à l'ampélite et au schiste bitumineux. L'anthracite que contiennent ces schistes est une sorte de houille sèche,

c'est-à-dire très-peu chargée de bitume. Elle forme des couches fort irrégulières.

On trouve aussi au milieu de ces roches des amas et des filons de gypse, de karstenite, et de galène.

L'ensemble de toutes ces roches présente à sa partie inférieure des grès schisteux et micacés, souvent à grains de quarz, ce qui leur donne l'apparence du gneiss, ou à grains de feldspath, ce qui les fait ressembler à des protogynes. Ces grès alternent un grand nombre de fois avec de l'argile schisteuse noire.

Sur ces grès reposent des schistes argilo-calcaires, et des argiles schisteuses noires, qui alternent ensemble un grand nombre de fois.

Au-dessus se trouvent des schistes ardoisiers calcaires, que l'on exploite en face du village de Naves.

Plus haut se présente un calcaire schistoïde, à texture sublamellaire, recouvert par des calcaires grisâtres plus ou moins schisteux, qui renferment les grès dont nous avons parlé ci-dessus [1].

Les Bélemnites que M. Élie de Beaumont a signalées à Petit-Cœur, dans des bancs de schistes calcaires intercalés entre des schistes noirs à empreintes végétales ; les mêmes corps organisés qu'il trouva, ainsi que des Ammonites et des Pentacrinites, près du col du Bonhomme, le déterminèrent à rapporter les roches en question à la formation du lias, des Anglais. Cette opinion ne fut pas admise par tous les géologistes : on objecta que parmi les empreintes végétales que présentent ces roches, les espèces suivantes, déterminées par M. Ad. Brongniart :

Nevropteris tenui-folia — *N. flexuosa*,
N. rotundi-folia — *N. Soretii*,
Odonpteris Brardii — *O. obtusa*,
Pecopteris arborescens — *P. Beaumontii*,
P. obtusa — *P. polymorpha*,

et plusieurs autres encore, appartiennent au *terrain houiller*.

Mais nous avons vu précédemment que les végétaux fossiles sont en général moins propres à caractériser les terrains et les formations que les animaux. Aussi plusieurs géo-

[1] Notice sur un gisement de végétaux fossiles et de Bélemnites s'étendant à Petit-Cœur, près Moutiers, en Tarentaise ; par M. Élie de Beaumont.

logistes, dont l'opinion est de quelque poids dans la science, ont-ils adopté l'opinion de M. Élie de Beaumont.

Quant à nous, qui nous sommes récemment encore attaché à visiter plusieurs des localités citées comme exemples par ce savant, nous ne saurions soutenir une autre opinion que la sienne.

Nous avons reconnu l'étage supérieur du lias au Wengerberg, et nous ne pouvons voir, dans les *grès* ou *grauwake*, autrement dits *Psammites* inférieurs au calcaire schisteux à bélemnites de cette localité, que l'étage inférieur du lias, de même qu'à la Grande-Schedeck. Nous avons encore reconnu le même étage dans les Psammites que l'on observe entre Servoz et Chamouny; enfin nous citerons encore, comme appartenant au même étage, les Psammites et les schistes micacés de la Valorsine et de la Tête-Noire, en tournant le col du Bonhomme pour aller dans le Valais.

Ainsi ce n'est pas seulement dans la Tarentaise que l'on voit se développer les mêmes roches qui appartiennent au terrain jurassique, mais dans tout le groupe du Mont-Blanc, et même dans la chaîne qui s'étend depuis Villeneuve, à l'extrémité du lac de Genève, jusques dans la vallée du Rhône. En effet, Villeneuve et Bex sont adossés à des montagnes entièrement composées de roches de la formation liasique.

Nous y retrouvons de nouveaux exemples de gypse et de sel gemme, accompagnés de la karstenite, formant de vastes filons au milieu du lias, dont on reconnaît parfaitement l'étage supérieur, caractérisé par les Bélemnites. Le gypse et les marnes salifères qui l'accompagnent forment à Bex un filon presque perpendiculaire dans le calcaire du Lias: tandis qu'on rangeait, il y a quelques années, l'intéressante exploitation de sel de Bex dans ce qu'on appelle le terrain intermédiaire.

Ce qui pourrait au besoin confirmer l'opinion de M. Elie de Beaumont, relativement à l'âge du calcaire et des schistes à anthracite des Alpes de la Tarentaise, c'est ce que M. A. Boué a dit du calcaire et des marnes noirâtres endurcies, bitumineuses, et anthraxifères d'Idria, en Illyrie, qui étaient, avant qu'il n'eût prouvé que c'était une erreur, assimilés au calcaire appelé *Zechstein*, ou au calcaire houiller, bitumineux, à poissons du Palatinat. Ce calcaire et ces marnes, que l'on trouve dans plusieurs parties des Alpes, comme au pied du Schwarzenberg et au Kuhneberg, près de Pfronden

en Bavière, appartiennent à la formation liasique. Ces roches sont rarement métallifères; cependant à Fussen, et dans d'autres localités, on y a vu découler le mercure natif.

Le plus célèbre gîte de marnes à mercure des Alpes, est sans contredit Idria. Cette localité est tellement importante par ses produits, qu'elle mérite une description particulière que nous allons donner d'après M. A. Boué.

« Idria est située dans un vallon et sur la pente de la montagne métallifère. Celle-ci s'élève presque isolément au sud; elle est séparée des montagnes voisines, du côté est, par la rivière de l'Idritza; et du côté ouest, par le ravin de Spickel-Bruch; au nord, elle est liée au Vogelsberg et au Schirmischerberg. Elle est composée de couches arquées irrégulièrement, dont la convexité est tournée en bas, et la plupart des couches calcaires et marneuses paraissent au jour dans le Spickel-Bruch. La composition générale est à peu près la suivante de haut en bas. »

1° Marnes endurcies, schisteuses, noirâtres, appelées *Leberstein* par les ouvriers, et contenant des rognons de calcaire noir.

2° Marnes semblables, renfermant des lits et des rognons de calcaire gris compacte, du mercure coulant et du cinabre.

3° Couche épaisse d'un calcaire grisâtre compacte, ayant l'aspect d'une fausse brèche, parce qu'il présente une multitude de parties plus foncées au milieu d'une pâte claire, et de petits filons de cinabre. La partie supérieure de ce calcaire est appelée par les mineurs *Ausbergerwand*, et l'inférieure *Liopoldiwand;* son épaisseur varie depuis 5 pieds jusqu'à 5 toises.

4° Calcaires noirs, brunâtres, sableux.

5° Schistes marneux mêlés d'un peu d'anthracite, et contenant du mercure. C'est le *Silber-schiefer* des mineurs. Ces schistes marneux renferment aussi des rognons calcaires, et offrent, surtout intérieurement, des nodules fort riches de cinabre compacte. Ces nodules ou gros rognons sont appelés *Lebeners*.

6° Calcaire marneux.

7° Calcaire bréchiforme, à petits filons de cinabre. C'est le *Galvowand* des mineurs. Cette couche est noirâtre dans sa partie inférieure.

8° Grès marneux et noirs.

9° Marnes schisteuses, à mercure et à rognons calcaires.

10° Calcaires marneux noirâtres.

11° Marnes schisteuses.

12° Calcaires arénacés gris.

13° Calcaire compacte bréchiforme, mêlé de marne schisteuse endurcie.

14° Le tout paraît reposer, dit M. Boué, sur des calcaires magnésiens fendillés et blanchâtres, semblables à ceux de Baden, en Autriche.

Enfin, à quelques lieues d'Idria, la vallée de Polanschiza offre

des grès rouges et des agglomérats non porphyriques, qui alternent avec des calcaires semblables aux derniers, et supportent probablement tout le dépôt d'Idria.

La courbure assez forte des couches, ajoute M. Boué, et l'ignorance des principes de la géologie, peuvent seuls expliquer l'erreur des mineurs, qui crurent avoir épuisé la montagne, parce qu'ils avaient exploité la moitié de la courbure des couches. Mais lorsque l'on eut conçu l'idée que les minerais pouvaient être en bancs, arqués, on ne tarda pas à voir reparaître la richesse minérale que l'on croyait épuisée.

La courbure des couches est telle, que M. Boué a remarqué une fente d'abaissement, qui fait descendre de 112 toises du sud au nord la couche de calcaire grisâtre, bréchiforme, dont une partie est appelée *Léopoldiwand*. Cette muraille, dit-il, présente une surface d'un poli singulier : on y voit de longues raies ou stries perpendiculaires, et tous les fragmens ampâtés en apparence dans ce calcaire bréchiforme, sont luisans comme s'ils avaient été polis artificiellement. « Ce phénomène a beaucoup frappé M. le professeur Riepl ; et il le comparaît au poli qu'une roche dure pourrait acquérir en glissant sur des roches plus tendres, ou en étant frotté contre elles par un mouvement oscillatoire de bas en haut, semblable à celui qui est produit par un tremblement de terre. Instruit de ces idées, lorsque j'ai été sur les lieux, j'ai observé attentivement ce poli, et je l'ai trouvé en partie fort différent de ces surfaces communes, rendues polies par une infiltration calcaire ou siliceuse. Cette observation inédite de M. le professeur Riepl m'a paru applicable à bien d'autres localités des Alpes, où ces fentes et ces surfaces polies abondent, surtout dans les roches calcaires magnésiennes et fendillées. »

M. A. Boué attribue l'opinion accréditée jusqu'à ce jour, que le mercure d'Idria est situé dans un terrain houiller, à la nature des roches environnantes, qui cependant ont été mal observées.

Sur les hauteurs à l'est, dit-il, on voit d'abord à Tratte des grès marneux gris, à impressions végétales, qui alternent avec des marnes noirâtres et des grès grossiers, et qui sont couverts de calcaire compacte, fétide et feuilleté. Ces roches y recouvrent le calcaire blanc fendillé.

« A Weharsche on voit reparaître, dit M. Boué, le calcaire noir, un calcaire brunâtre et gris oolithique ; et entre

ce point et Idria, il y a des grès rouges liés à des masses curieuses de brèches calcaires, qui sont rougeâtres, ou en partie arénacées et fort anciennes. Des amas de calcaire compacte, rouge, sont dans ces brèches ; et elles reposent aussi sur le calcaire blanchâtre, fendillé, ou sur du calcaire noirâtre, semblable à celui de la mine d'Idria. Enfin, avant de descendre dans la profonde crevasse d'Idria, l'on retrouve des alternats de calcaire compacte, fendillé, gris ; et du calcaire marneux, gris verdâtre ; du calcaire noirâtre, et des couches alternantes de grès marneux impressionné, et de calcaire marneux. Plus bas on est dans le calcaire d'Idria. »

Dans les montagnes entre Unter-Idria et Dobrashoa, on voit du côté d'Idria des calcaires alpins, c'est-à-dire appartenant à la formation liasique, fendillés, ou compactes, noirâtres ; et de l'autre, des schistes rougeâtres plus ou moins endurcis, et alternant avec des schistes arénacés. La crête de ces montagnes est occupée par une grande quantité de couches minces, de calcaire compacte schisteux gris et de marnes, dont quelques-unes renferment des impressions de coquilles. Toutes ces roches forment la partie supérieure des dépôts d'Idria, et paraissent se lier au grand dépôt jurassique de la Carniole.

Ce qui a fait naître, nous le répétons, l'erreur relative au gisement de mercure d'Idria, c'est que les calcaires de cette localité se lient avec des grès rouges et des agglomérats que l'on voit dans la vallée de Polanschiza, entre Idria et Lack, et qui passent à des roches quarzo-talqueuses, à bancs de calcaire compacte, et qui se lient à des schistes argileux [1].

FORMATION LIASIQUE
en Angleterre.

En Angleterre, les trois étages du lias se trouvent aussi quelquefois réunis comme dans l'Auxois ; mais ils ne présentent pas identité de composition. Le premier étage est marneux, le second est un calcaire solide, et le troisième est marneux et quelquefois sableux. C'est dans les environs de Bath que MM. *Conybeare* et *Philipps* [2] ont choisi les coupes les plus propres à faire connaître en détail ces trois étages. Nous allons les reproduire ici :

[1] Sur le mercure dans le calcaire des Alpes ; par M. A. Boué. *Journal de géologie*, tome II.

[2] *Outlines of the Geology of England and wales*, tom. I, p. 262.

MARNES SUPÉRIEURES.

(ÉTAGE SUPÉRIEUR.)

	pieds anglais.	po.		
Argile jaunâtre	8	»		
Marne bleue.	27	»		
Calcaire marneux	»	6		
Marne bleue.	18	»		
Calcaire marneux	»	4		
Marne bleue.	9	»		
Calcaire bleu	12	»		
Marne	1	»		
Calcaire marneux	1	6		
Marne bleue	24	»		
Calcaire	3	»		
Marne	6	»		
Calcaire	»	10		
Marne bleue.	41	»		
Calcaire	»	10	219	10
Marne bleue.	7	»		
Calcaire.	»	9		
Marne bleue.	7	»		
Calcaire.	»	9		
Marne bleue.	6	»		
Calcaire	»	4		
Marne	3	»		
Marne et calcaire	11	6		
Calcaire.	»	9		
Marne	2	6		
Calcaire.	3	»		
Marne et calcaire.	20	3		
Marne endurcie	4	»		

VÉRITABLE LIAS.

(ÉTAGE MOYEN.)

Calcaire compacte	18	4		
Calcaire bleu.	5	1		
Calcaire bleu compacte	12	1	47	6
Calcaire.	2	»		
Lias blanc	16	»		

MARNES INFÉRIEURES.

(ÉTAGE INFÉRIEUR.)

Marne bleue.	6	»		
Calcaire	»	6		
Argile	»	9	19	8
Marne bleue, rude au toucher	»	5		
Marne noire	10	»		
Marne d'un bleu clair	2	»		
			287	»

Dans d'autres localités, l'étage inférieur diffère de ce qu'il est ici : ainsi dans le comté de Gloucester, près des bords de la Severn, on observe la coupe suivante :

	pieds anglais.	po.
Calcaire coquiller bleu passant au calcaire marneux.	10	»
Calcaire coquiller noir, avec veine d'oxide de fer . .	12	»
Sable vert siliceux, très-micacé, contenant un grand nombre d'ossemens de sauriens et de poissons. . .	1	»
Calcaire coquiller	2	»
Sable vert.	»	6
Calcaire coquiller	2	»
Calcaire marneux verdâtre, se décomposant en boules.	18	»
	45	6

Ainsi, nous le répétons, on voit dans cette dernière coupe un calcaire marneux, comme dans l'étage inférieur de l'ancien pays d'Auxois, et les sables verts y représentent les différens grès de ce pays.

Dans les environs de Lyme-Regis, la formation du lias peut être divisée en quatre étages.

Le *supérieur* se compose d'une masse de sables ferrugineux, qui repose sur des marnes qui acquièrent une puissance d'environ 500 pieds anglais. A la partie supérieure ces marnes sont micacées; leurs couches inférieures offrent des alternats de marne argileuse, de marne endurcie et de calcaire.

L'*étage moyen*, qui est le véritable lias des Anglais, consiste en couches marneuses et en bancs de calcaire gris terreux alternant ensemble. Son épaisseur est de 92 pieds anglais.

L'*étage sous-moyen* est formé de lias blanc, dont la puissance est d'environ 18 pieds.

L'*étage inférieur* est composé de marnes alternant avec un calcaire gris. Son épaisseur est de 15 à 18 pieds.

Dans le Schropshire et le Cheshire, et particulièrement entre Moreton-Hill et Burley-Dam, M. Marchison a reconnu que les couches regardées comme des schistes houillers appartenaient au lias inférieur. Cet étage est en effet bitumineux et schisteux, comme la formation houillère de Kimmeridge ; mais les fossiles qu'on y remarque appartiennent au lias : ce sont l'*Avicula inæquivalvis*, la *Gryphæa gigantea*, le *Pecten æquivalvis*, etc.

FORMATION LIASIQUE
en Krimée.

Les montagnes qui bordent la partie méridionale de cette péninsule appartiennent évidemment, selon nous, à la formation liasique, et nous y avons même reconnu les trois étages de cette formation.

En se dirigeant, par exemple, de Bakhtché-Saraï ou de Simphéropol à Yalta, au bord de la mer Noire, on reconnaît l'étage supérieur à des marnes schisteuses, à des psammites, à des grès rougeâtres et à des poudingues formés de silex roulés, liés par un ciment calcaire. Quelquefois aussi cet étage présente des brèches calcaires.

L'étage moyen constitue la cime du Stilé-Bogaz, qui domine le groupe de montagnes qui s'élèvent au nord-ouest d'Yalta; il est caractérisé par des calcaires blancs, grisâtres, bleus, et même noirs, veinés de blanc. Le calcaire blanc et le calcaire grisâtre, à texture ordinairement compacte, est rempli de Polypiers. On y trouve aussi des Ammonites, des Térébratules, des Bélemnites, etc.

L'étage inférieur est formé principalement de grès, de sable, de schiste siliceux, de psammite, de calcaire compacte marneux et de calcaire noir. Ces schistes, ces psammites et ces calcaires, sont en petites couches peu épaisses, qui alternent ensemble, et qui très-fréquemment sont contournés, soit en zigzag, soit en bandes arrondies, qui se replient un grand nombre de fois sur elles-mêmes. Au milieu des schistes on trouve une grande quantité de rognons et de masses ovoïdes d'une argile ferrugineuse. Ils sont assez alumineux pour se couvrir d'efflorescences blanches abondantes. Les psammites ou grès micacés présentent des fentes tapissées de beaux cristaux de quarz, et sont souvent remplis de végétaux, dont l'accumulation sur plusieurs points forme des couches de lignite noir très-combustible.

FORMATION LIASIQUE
En Afrique.

Les seuls renseignemens précis que l'on possède sur le *terrain jurassique* en Afrique ne concernent que le petit Atlas, où ils ont été recueillis par M. Rozet. Dans cette chaîne de montagnes, ce terrain n'est représenté que par la

formation liasique, ou du moins M. Rozet n'a reconnu que cette formation sur une longueur de plus de 30,000 mètres, depuis la vallée du Ouad-Jer jusqu'à la tribu de Béni-Missara, à l'est de Belida, et une largeur de 20,000 à 25,000 mètres sur la route de Mèdéya.

La formation liasique du petit Atlas se compose de marnes schisteuses, alternant avec des strates de calcaire marneux.

Ces marnes, dit M. Rozet, offrent une large cassure conchoïde, comme celles du lias d'Europe; elles sont souvent traversées par des veines de calcaire spathique, et de fer hydraté, veines qui pénètrent également dans le calcaire. Elles sont généralement fort irrégulièrement stratifiées, et sans les couches calcaires qu'elles renferment, on serait souvent embarrassé pour déterminer le sens de leur inclinaison. Sur tous les points où le calcaire domine, on voit les strates plonger au sud comme les couches du mont Bou-Zaria, sous un angle très-variable, et qui augmente généralement à mesure qu'on approche de la crête. Sur certains points les couches sont horizontales; ailleurs elles font un angle de 70 degrés avec l'horizon; sur quelques autres on les voit plonger au nord et au sud; mais l'inclinaison générale est toujours dirigée vers le sud.

A mesure que l'on s'élève dans le petit Atlas on voit les marnes s'endurcir, et passer au phyllade par degrés insensibles. Sur les sommets de Béni-Sala, et sur le versant méridional de cette montagne, le phyllade passe au schiste ardoisier; mais cette roche contient toujours assez de parties calcaires pour faire effervescence dans les acides. Dans la même montagne les marnes renferment des couches de silex calcarifère blanchâtre; ces marnes sont de plus coupées dans tous les sens par un grand nombre de veines de quarz blanc, comme on le remarque dans certains schistes ardoisiers.

Le calcaire marneux qui alterne avec les marnes schisteuses, ou qui y forme des couches subordonnées, présente une cassure conchoïde; sa structure est souvent fissile; ses strates sont généralement peu épais : ils ne dépassent pas un mètre; sa couleur varie du gris au noir. C'est dans la partie inférieure que ce calcaire est le plus abondant. Il renferme des couches d'un macigno grisâtre. Quelquefois il devient bréchiforme, et passe même à une véritable brèche à fragmens très-petits.

Outre les substances minérales que nous avons citées, la formation liasique du petit Atlas renferme des filons de *cuivre gris*, de *carbonate vert* ou *bleu* de ce métal, ainsi que

du carbonate de fer. Ces minerais, dit M. Rozet, forment des filons dans une gangue de baryte sulfatée lamellaire, dont les têtes s'élèvent de plusieurs mètres au-dessus de la surface des marnes qui les renferment. La puissance de ces filons varie de 0m,30 à 1 mètre; ils seraient susceptibles d'être exploités.

Quant aux fossiles que M. Rozet a observés dans les roches que nous venons de décrire, ils sont peu nombreux: ce sont quelques fragmens d'*Huîtres*, des *Peignes* indéterminables, de petites *Posidonies*, quelques *Bélemnites*, et une petite *Ammonite*, qu'il n'a pu déterminer. Il n'y a trouvé aucune *Gryphée*, ni aucune empreinte végétale.

M. Rozet a observé dans les environs d'Oran une formation schisteuse qu'il rapporte aux couches du lias. Elle est composée de schistes ardoisiers de différentes couleurs, coupés par des veines de quarz blanc, et renfermant des couches d'un grès très-dur, traversé çà et là par des masses de dolomie brune et jaunâtre; les couches de cette formation sont très-relevées. C'est à la présence des dolomies, et des veines de quarz blanc que M. Rozet attribue la transformation des argiles schisteuses en phyllades.

Formes du sol de la formation liasique. — Cette formation est en général bien stratifiée; ses couches sont très-peu inclinées et même presque toujours horizontales, comme on peut le remarquer dans le nord-est de la France, où elle forme de vastes plateaux. En Normandie, ses couches sont légèrement inclinées vers le nord-est. On y remarque aussi, dit M. de Caumont, des inclinaisons locales dans différentes directions, et assez souvent des failles. Dans certaines contrées, comme dans le pays de Bade, la Savoie et le midi de la France, elle a cependant été fortement redressée par l'action des soulèvemens souterrains.

La formation liasique, comme la formation oolithique, se termine ordinairement du côté où elle fait place à un système inférieur, par des escarpemens qui paraissent être quelquefois la continuation de failles qui se propagent dans l'intérieur de l'écorce terrestre. Cette règle, dit M. d'Omalius d'Halloy, est sujette à des exceptions pour ce qui concerne les systèmes de couches, composés uniquement de roches meubles, ou faciles à délayer, qui, au lieu de présenter leur escarpement, déterminent au contraire l'existence de vallées qui se dirigent à peu près suivant la direction générale de la formation.

Utilité dans les arts. — La formation liasique n'est pas sans importance pour les arts, par les matières premières qu'elle offre à l'industrie. Sans parler des pierres de construction qu'on y exploite, nous ferons remarquer que l'étage supérieur et l'étage moyen fournissent en France des marbres qui présentent souvent un effet assez agréable par les corps organisés, tels que les Bélemnites, les Ammonites et autres qu'ils renferment, et dont l'intérieur, ordinairement spathique, fait ressortir la blancheur de ces corps sur un fond brun ou noirâtre. Tel est, entre autres, le calcaire à gryphées que l'on exploite dans les environs d'Autun.

Cette formation possède une richesse inappréciable pour les arts d'ornement, et surtout pour la statuaire, dans ces beaux marbres blancs saccharoïdes, que l'on exploite près de Carrare, dans le duché de Modène, depuis plus de 2,000 ans, et qui occupent plus de 1,200 ouvriers. Ce marbre a été long-temps considéré comme appartenant à un terrain beaucoup plus ancien que le terrain jurassique. Il en est probablement de même du beau marbre blanc du département de l'Isère, dont la présence a été signalée dès l'année 1763, et qui a attiré, en 1835, l'attention du conseil général de ce département. Des fonds ont été votés pour en commencer l'extraction. Ce marbre est superposé au granite, mais tout porte à croire qu'il appartient, avec les schistes micacés, talqueux et quarzeux qui l'accompagnent, à la formation liasique.

Le lias fournit souvent de bonnes pierres lithographiques. Les rognons calcaires, renfermés dans les marnes, donnent une excellente chaux maigre; mais la meilleure chaux est, ainsi que nous l'avons déjà dit, celle que fournit le lias bleu de l'étage moyen.

Parmi les dépôts subordonnés au lias, le combustible fossile, que l'on doit plutôt appeler *stipite* que lignite et houille, n'est pas moins recherché par l'industrie que la houille plus ancienne. Le gypse est exploité dans le midi de la France, et nous avons vu que le sel gemme, qui accompagne le gypse, peut donner lieu à d'importantes exploitations, soit que ce minéral s'y présente en masses plus ou moins considérables, soit qu'il donne naissance à des sources salifères.

Quant aux métaux disséminés dans le lias, nous ferons remarquer que si la galène et la calamine ne sont pas toujours assez abondantes pour être exploitées avec avantage, il n'en est pas de même du fer oxidé qui, en France, alimente les usines de quelques-uns de nos départemens méridionaux.

On connaît, par exemple, le minerai de fer de La Voulte, dans le département de l'Ardèche, et qui a 5 à 6 mètres de puissance. Dans la vallée de l'Ariége, les célèbres mines de fer de Rancié, les plus importantes de la France, puisque leurs produits sont consommés par plus de *soixante* usines, sont situées au milieu de calcaires saccharoïdes, de calcaires gris plus ou moins cristallins, de calcaires schisteux et d'argiles schisteuses, que M. Dufrénoy a reconnu appartenir à la formation liasique. On tire aussi parti du sulfate de fer qui, dans les marnes du lias, donne naissance à du sulfate d'alumine que l'on exploite dans plusieurs pays.

Le cuivre carbonaté et le cuivre gris, que renferme le lias, n'y sont pas en assez grande quantité pour y être exploités; mais parmi les exceptions à cette règle nous citerons, d'après M. Rozet, le lias supérieur de l'Atlas, aux environs d'Alger, où il a remarqué des filons de ces deux variétés de cuivre qui pourraient devenir un jour, pour cette colonie française, une branche importante de richesse.

Parmi les métaux utiles et exploités que recèlent les couches de la formation jurassique, nous citerons encore le *mercure natif* et le cinabre, dont les plus célèbres mines sont à Idria, et que nous avons précédemment décrites. Ces mines ont été découvertes en 1499; elles produisent annuellement environ 10,000 quintaux de métal.

On connaît d'autres localités beaucoup moins riches dans les Alpes, et qui paraissent appartenir aussi à la formation liasique: telles sont, Visdende sur la Piave, en Italie; Urfelde, près de Fussen, sur la rive gauche du Lech, en Bavière; les environs de Radein, dans le Tyrol; et plusieurs autres peu importantes.

Enfin nous rappellerons que les marnes pyriteuses du lias servent dans plusieurs pays à l'amendement des terres.

Sous le rapport de l'agriculture, la formation liasique mérite quelques observations particulières. En général, les couches calcaires supportent un sol moins fertile que celui qui recouvre les couches marneuses, surtout lorsque l'inclinaison des couches est considérable. Le sol qui recouvre les couches marneuses est formé de terres fortes et fertiles, sur lesquelles les arbres ont une végétation vigoureuse. Ce sont ces terres qui se couvrent de ces excellens pâturages qui, dans l'arrondissement de Bayeux (département du Calvados), rivalisent avec ceux de la vallée d'Auge. C'est dans les fermes placées sur les marnes des étages supérieur et moyen du lias, que se fabrique la plus grande partie du beurre de la Norman-

die, qui se vend sous le nom de beurre d'Isigny (Calvados).

Cependant il est à remarquer que les marnes du lias forment en général un sol fertile lorsqu'elles occupent des plaines, tandis que lorsqu'elles constituent de petites collines ravinées par les eaux, elles sont souvent arides. Cette règle paraît toutefois subir quelques exceptions dans les contrées méridionales : en effet, M. Rozet a fait observer que les deux versans du petit Atlas sont couverts d'une riche végétation ; et cependant ces versans sont formés de marnes du lias.

TERRAIN JURASSIQUE.

Dans l'Amérique méridionale.

Il est difficile de déterminer si les roches que M. de Humboldt a reconnu appartenir à ce terrain, dans la zône équinoxiale de l'Amérique, se rapportent à la formation oolithique ou à la formation liasique. Il est vrai qu'on n'y trouve point de calcaire oolithique ; mais on y remarque beaucoup de calcaires blanchâtres en partie lithographiques, à cassure unie, et matte, ou conchoïde, qui pourraient bien être une dépendance de la formation oolithique. Ces calcaires, dit M. de Humboldt, sont ceux de la caverne de Caripe au sud-est de Cumana, du littoral de Nueva-Barcelona, et des montagnes centrales du Mexique (plaines de Salamanca et défilé de Batas).

Ils sont recouverts sur le littoral de Nueva-Barcelona d'un grès très-quarzeux, comme la formation liasique des Alpes.

Ce calcaire est superposé à un autre calcaire d'un gris bleuâtre, qui sous le point de vue minéralogique, rappelle tout-à-fait celui de la formation liasique. On reconnaît encore cette même formation à l'extrémité septentrionale de la vallée de Mexico, dans un calcaire bleu grisâtre, à cassure unie, renfermant du gypse, et supportant une brèche calcaire.

Du reste, suivant M. de Humboldt, les différentes couches du terrain jurassique, dans l'Amérique méridionale, renferment très peu de corps organisés, ce qui est une difficulté de plus, relativement à la question de savoir si ces couches représentent les deux formations du terrain jurassique.

Formes du sol du terrain jurassique. — Si nous jetons un coup d'œil sur l'ensemble du terrain jurassique, nous au-

rons occasion de remarquer qu'il se distingue des autres terrains par des formes particulières qui peuvent aider à les faire reconnaître de loin. C'est ainsi que nous avons eu souvent occasion de nous convaincre, dans les départemens formés de l'ancienne Lorraine, que les montagnes, où l'on trouve réunies la formation oolithique et la formation liasique, présentent des flancs escarpés dans la partie qui appartient à l'oolithe, et des pentes douces et arrondies dans la partie inférieure qui appartient au lias. Quand les couches sont peu inclinées ou horizontales, les montagnes se terminent toujours par de longs plateaux. (*Pl.* 21, *fig.* 15.)

Les observations que M. Rozet a eu occasion de faire sur ce sujet nous paraissent fort justes. Les montagnes du terrain jurassique s'inclinent légèrement, dit-il, vers les vallées qui les terminent, et dans le fond desquelles paraissent ordinairement les groupes marneux qui séparent les groupes calcaires les uns des autres. Ces vallées sont très-évasées, et commencent en général par un cirque. L'inclinaison du *thalweg* est peu considérable.

Lorsque les strates du terrain jurassique sont très-inclinées, les montagnes présentent d'un côté un escarpement, et de l'autre une pente plus ou moins douce. Chaque escarpement se termine, à la base de la montagne, par un talus plus ou moins élevé, et dominé par des rochers qui présentent des formes plus ou moins bizarres, qui leur donnent de loin l'apparence de murailles en ruine flanquées de tours ou de villages bâtis sur les hauteurs. Nous dirons, avec M. Rozet, que dans le Jura, ainsi que dans les Cévennes, on est souvent exposé à être trompé par ces apparences. (*Pl* 21, *fig.* 16.)

Dans ces montagnes, et principalement dans le Jura, les vallées, dit M. Rozet, sont de véritables fractures commençant souvent par un cirque de soulèvement. Lorsque l'inclinaison des strates approche de la verticale, les vallées communiquent entre elles par des cols étroits, et l'on n'observe presque point de correspondance entre les angles saillans et rentrans tandis qu'ils correspondent parfaitement dans les vallées des montagnes à couches peu inclinées. La raison de cette différence nous paraît tenir à ce que, lorsque les strates sont inclinées, la vallée est le résultat du soulèvement des couches; tandis que, lorsqu'elles ne le sont pas, elles ont été formées par errosion.

Nous avons donné une idée de l'inclinaison des couches du

terrain jurassique par le profil de la montagne que couronne le fort de Joux; mais cette inclinaison dépasse souvent 45 degrés. En général, plus les montagnes sont élevées, plus les couches sont inclinées.

Ce qu'il y a de plus remarquable dans la triple chaîne du Jura, c'est que sa masse est composée de grands cirques généralement d'une forme elliptique, dont le grand axe est ordinairement dirigé dans le sens de la chaîne, c'est-à-dire du sud-ouest au nord-est.

Ces cirques s'échelonnent au-dessus les uns des autres, et varient de dimensions : quelques-uns ont vingt lieues de longueur, d'autres n'en ont que deux. Plus ils sont petits et moins ils sont alongés, et leurs couches sont presque toujours relevées de tous côtés, de manière à former de véritables cratères de soulèvement. Leurs bords fracturés forment des vallées transversales. Ces vallées de fracture sont remarquables en ce qu'elles vont en se rétrécissant à mesure qu'elles s'éloignent du cirque.

Tantôt les couches qui entourent ces cirques sont escarpées à l'intérieur, et tantôt à l'extérieur : dans ce dernier cas, le cirque est plus étroit au fond qu'à l'ouverture.

L'intérieur de ces cirques se nomme *combe* dans le Jura; il présente souvent un grand nombre de monticules moins élevés que les bords du cirque; ils sont souvent disposés de manière à former d'autres petits cirques placés à côté les uns des autres, et dont le centre est souvent occupé par un lac. Ces monticules sont stratifiés dans le même sens que les bords du grand cirque. Ils représentent, suivant M. Rozet, les débris de la croûte qui, avant le soulèvement, occupait l'intérieur du cirque (*Pl.* 22, *fig.* 4).

Les cirques communiquent souvent les uns avec les autres par les grandes fentes ou vallées de fracture placées à leurs extrémités, et qui servent de passage aux rivières.

Enfin les parois des cirques sont formées de couches de calcaire compacte, tandis que le fond est composé de dépôts marneux.

En un mot, aucun terrain n'est plus propre que le terrain jurassique à prouver que les soulèvemens ont été formés par une force qui avait plusieurs points de centre, d'où elle agissait en relevant les couches qui composent l'écorce du globe.

DÉPÔTS PLUTONIQUES.

Les roches d'origine ignée jouent un rôle important dans le terrain jurassique : c'est à leur action que sont dus les soulèvemens qui en ont redressé plus ou moins les couches, les dislocations qui ont formé les cavernes nombreuses et souvent immenses que l'on connaît dans ce terrain ; enfin les changemens minéralogiques qu'ont éprouvés les calcaires, les argiles, les marnes, les grès de ce terrain, en transformant les premiers en dolomies ou en marbres saccharoïdes, les seconds en schistes argileux et ardoisiers, les troisièmes en calschistes, et les grès en quarzites, en gneiss et en d'autres roches siliceuses.

Les roches plutoniques, qui ont eu une influence si remarquable sur ce terrain, sont en général les mêmes que celles du terrain crétacé, c'est-à-dire des porphyres, des ophiolithes et des basaltes ; cependant on y cite aussi des syénites, des trapps, des dolérites et des granites.

Le porphyre rouge est souvent intercalé dans le terrain jurassique ; à Predazzo, dans le Vicentin, le porphyre pyroxénique s'y montre en filons et en couches ; à Cantacoli, des roches syénitiques, caractérisées par les tourmalines qu'elles renferment, forment çà et là des dômes sur le calcaire du lias.

Dans la vallée de l'Egna, près de Récoaro, M. Boué a remarqué un filon de porphyre pyroxénique épais de 200 pieds qui traverse le calcaire jurassique; ce filon court du nord-est au sud-ouest. En Toscane, les ophiolithes forment des dykes qui s'élèvent au milieu de ce terrain, en s'étendant quelquefois dessus et dessous.

Le basalte forme des filons dans le terrain jurassique du Wurtemberg, et des dômes à la superficie du même terrain dans ce pays.

Le trapp se trouve aussi au milieu des divers étages de ce terrain dans différentes contrées. Près des côtes de l'Écosse, dans l'île de Sky, l'une des Hébrides, par exemple, on voit des masses trappéennes prismatiques intercalées dans ce terrain. La formation liasique de certaines localités de la même île renferme, comme près de Lucy, des argiles schisteuses, composées d'argile bleuâtre, de sable micacé et de parties de calcaires qui renferment de petites boules arrondies de trapp.

Dans la même île, M. Murchison a remarqué que les

couches les plus élevées de la formation oolithique, correspondantes au *Cornsbrash* et au *Forest-marble*, sont traversées par des dykes de trapp à Beal, près de Portrée. L'un d'eux est composé d'un *grunstein* porphyrique (Dolérite), qui se bifurque en s'élevant vers le sommet de l'escarpement. Les extrémités des prismes horizontaux, dont la branche la plus large de ce dyke est composée, présentent une bande de 4 pouces environ d'épaisseur d'un *pechstein* vert-noirâtre en contact immédiat avec le calcaire coquiller que le dyke traverse. Ce calcaire n'a subi aucune altération par ce contact.

MM. de Oeynhausen et Dechen ont remarqué, dans l'île de Sky, au pied du mont Bein-na-Callich, du lias coquiller changé en marbre au contact de la syénite, sur laquelle il repose. Ce calcaire s'élève à 1,200 pieds au-dessus du niveau de la mer. Il offre aussi des filons de diorite. Le lias est plus communément changé en marbre près de la syénite que près de la diorite ou du trapp.

Les couches jurassiques, des environs de Lucy et de Broadford, qui se prolongent jusqu'à la baie d'Eishort, sont cachées ou interrompues par deux masses syénitiques au mont Benna-Chran, et recouvertes près de Borrérég par des roches basaltiques.

A la pointe nord-est de l'île d'Éigg, en Écosse, dit M. Boué [1], on voit sortir de la mer une masse de basalte columnaire d'environ 50 pieds d'épaisseur, qui supporte une série de lits minces de grès et d'argile schisteuse, surmontée d'un grès particulier et séparée par une couche de basalte, d'une suite considérable de couches de calcaire et d'argile schisteuse, sur lesquelles repose une troisième couche basaltique, suivie de plusieurs couches de grès blanc d'une épaisseur de 20 à 50 pieds, et d'une masse de basalte de 100 pieds de hauteur.

Sur la côte orientale de l'île de Mull, près d'Achnacrosh, les masses appartenant à la formation liasique sont aussi très-remarquables par leurs filons de basalte, dont les embranchemens semblent quelquefois former des couches. C'est à cette roche ignée, qui s'y est intercalée de différentes manières, que M. Macculoch attribue l'état cristallin et plus coloré de quelques parties de calcaires plus ou moins marneux de cette localité. Ces calcaires, ordinairement gris, renferment des Gryphées, des Térébratules, des Ammonites

[1] Essai géologique sur l'Écosse, p. 215.

et des Bélemnites, qui indiquent parfaitement qu'ils dépendent de la formation liasique. En général, la présence des dykes de basalte et de trapp semble avoir changé le lias en quarz, et le sable de l'oolithe inférieure en une roche siliceuse compacte.

Sur la côte méridionale de la même île, de nombreux dykes de trapp coupent le lias et les couches oolithiques qui le recouvrent. L'un d'eux, qui a environ 4 pieds d'épaisseur, est formé de prismes horizontaux, dont les extrémités sur à peu près 2 pouces d'épaisseur, consistent en une roche feldspathique bleuâtre, et qui sont recouverts de chaque côté par des bandes plus épaisses de *grunstein* (Dolerite). Le milieu de cette dernière roche présente, sur une épaisseur de 2 pieds environ, du pechstein porphyroïde, dont quelques veines pénètrent dans les zônes extérieures.

Suivant M. Rozet, le terrain jurassique près de Vieux-Brisach, a été fracturé par les éruptions doléritiques du Kaiserstuhl, autour duquel on le trouve en lambeaux redressés. Il est même porté à croire que la masse de calcaire micacé qui se trouve dans le centre de cette montagne, et qui est traversée par des filons de dolérite, n'est que du calcaire oolithique, modifié par cette roche d'origine ignée.

Dans le Dauphiné, le vallon de Touron, qui débouche dans la vallée du Drac, près du village des Borels, fait voir la superposition évidente du granite sur le schiste argilo-calcaire qui appartient au lias. On remarque un fait semblable sur la rive gauche de la Romanche, au glacier situé vis-à-vis de La Grave.

Dans la vallée de l'Ariége, si la partie supérieure de la formation jurassique, qui renferme les célèbres mines de fer de Rancié, se compose de calcaires saccharoïdes blancs et de calcaires gris plus ou moins cristallins, c'est probablement parce qu'ils sont en connexion avec des masses de granite, qui, suivant M. Dufrénoy, se sont introduites dans le lias à l'époque de l'apparition de cette roche dans les Pyrénées. Le calcaire saccharoïde de la vallée de Suc doit aussi sa texture au contact du granite.

TABLEAU

DE L'ÉLÉVATION ET DE LA PUISSANCE DU TERRAIN JURASSIQUE.

FORMATION OOLITHIQUE.

En Angleterre.

	Puissance.	Élévation.
Oolithe de Portland (*Portland-stone*). . .	37m.	100m.
Argile de Kimmeridge (*Kimmeridge-clay*).	152	130
Oolithe corallique (*Coral-rag*).	46	180
Marnes d'Oxford (*Oxford-clay*).	183	200
Cornbrash	9	360
Forest-marble.	15	
Argile de Bradfort (*Bradford-clay*). . . .	15	?
Grande oolithe (*Great-oolite*).	40	400
Terre à foulon (*Fullers-earth*)	43	?
Oolithe inférieure (*Inferior-oolite*)	55	200 à 300

Dans le royaume de Wurtemberg.

Calcaire compacte et calcaire oolithique. .	?	700 à 850

Dans le royaume de Bavière.

Calcaire schisteux à poissons, etc., de Solenhofen et d'Eichstædt.	?	600 à 800

Dans l'Allemagne centrale.

Grès ferrifère.	65	»
Oolithe inférieure.	230	»

Dans le canton de Soleure, en Suisse.

Calcaire oolithique	?	900 à 1300

Dans le canton de Berne, aux environs de Porentruy.

Formation oolithique.	230	?

En France.

Calcaire marneux (*Weymouth-beds*), aux environs de Boulogne-sur-Mer	10 à 15	?
Argile de Honfleur.	30	30
Calcaire de Blangy (dép. du Calvados). .	10	?
Coral-rag. (*Idem*.).	14	?
Marnes de Dives. (*Idem*.).	90	?
Calcaire à polypiers (*Forest-marble*). (*Idem*.	7	85

	Puissance.	Élévation.
Calcaire de Caen (Calvados)	12	»
Argiles et marnes de Port-en-Bessin. (*Idem.*)	40	»
Oolithe inférieure. (*Idem.*)	13	»
Couches qui se rapportent à l'oolithe de Portland, dans le dép. du Pas-de-Calais.	50	»
L'ensemble des dépôts qui se rapportent au Portland-stone, à l'argile de Kimmeridge et au Weymouth-beds, atteint dans le Boulonais	180	»
Argile de Bradford, à Lisieux (Calvados).	?	60
Idem, dans la plaine au nord d'Argentan (Orne).	?	115
Idem, au pied du coteau de Louvigny (*id.*).	?	210
Idem, près de Séez (Orne).	?	190
Idem, au nord et aux environs d'Alençon (Orne).	?	150
Grande oolithe, près de Vilaines-la-Carelle (Sarthe).	?	225
Coral-rag, sur les plateaux de Brullemail et d'Echauffour (Orne).	?	310
Portland-stone (dép. de la Haute-Saône). .	27	»
Kimmeridge-clay. (*Idem*). . .	44	»
Coral-rag. (*Idem*). . .	74	»
Oxford-clay. (*Idem*). . .	37	»
Cornbrash. (*Idem*). . .	4	»
Forest-marble. (*Idem*). . .	31	»
Grande oolithe. (*Idem*). . .	9	»
Fullers-earth. (*Idem*). . .	2	»
Oolithe inférieure. (*Idem*). . .	44	»
Oolithe supérieure, au sommet de la montagne de Noroy-l'Archevêque. (*Idem*). .	»	470

FORMATION LIASIQUE.

En Angleterre.

	Puissance.	Élévation.
Lias	152	300
Idem, à Lyme-Regis.	200	»

Dans le royaume de Wurtemberg.

	Puissance.	Élévation.
Eisen sandstein (grès ferrugineux du lias).	80	500 à 600

Dans le nord-ouest de l'Allemagne.

	Puissance.	Élévation.
Lias.	?	300 à 700
Marnes du lias	95	»
Grès du lias inférieur.	65	»

En Italie.

	Puissance.	Élévation.
Lias des Apennins.	?	2400

En Suisse.

	Puissance.	Élévation.
Lias, dans la vallée de Lauterbrunn. . . .	280	»

	Puissance.	Élévation.
Dans le Tyrol.		
Lias des Alpes	?	3200
En France.		
Lias du département du Calvados.	25	?
Calcaire de Valognes (Calvados).	20	?
Grès du lias. (Haute-Saône)	10	?
Calcaire-Gryphées. (*Idem*).	15	?
Marnes jaunes du lias. (*Idem*).	25	?
Marnes bitumineuses. (*Idem*).	45	?
Lias, montagne de Pouilly (Côte-d'Or). . .	178	»
Lias supérieur, côte de Fèves, près de Metz (Moselle)	»	341
Lias moyen, à Sainte-Barbe. (*Idem*). .	»	300
Idem, vallée de la Moselle, vis-à-vis de Semécourt. (*Idem*).	»	169
Lias supérieur et moyen, vallée de la Moselle, sondage fait à Thionville. (*Id.*).	165	»

TABLEAU GÉOGRAPHIQUE

DES DIFFÉRENTES DIVISIONS DU TERRAIN JURASSIQUE.

FORMATION OOLITHIQUE.

ÉTAGE SUPÉRIEUR.

Nature des dépôts.	Localités.
Ooolithe de Portland.	EUROPE. — *Angleterre :* île de Portland, dans le comté de Dorset; village de Tisbury, dans le comté de Wilts. *France :* environs de Boulogne, dans le département du Pas-de-Calais; plateaux des environs de Bar-le-Duc. *Suisse :* environs de Porentruy et de Bienne, dans le canton de Berne. *Wurtemberg :* environs d'Ulm.
Argile de Kimmeridge.	EUROPE. — *Angleterre :* Kimmeridge, dans l'île de Purbeck. *France :* environs de Boulogne-sur-Mer; cap la Hève, près du Havre; environs de Honfleur; Glos, près de Lisieux; Hécourt à 7 lieues de Beauvais. *Suisse :* environs de Porentruy et de Bienne, dans le canton de Berne.

Nature des dépôts.	Localités.
Couches calcaires de Weymouth.	EUROPE. — *Angleterre :* environs de Weymouth ; dans le comté de Dorset. *France :* environs de Boulogne-sur-Mer ; Blangy, dans le département du Calvados. *Suisse :* environs de Porentruy et de Bienne, dans le canton de Berne.

ÉTAGE MOYEN.

Nature des dépôts.	Localités.
Calcaire compacte.	EUROPE. — *Angleterre :* environs d'Oxford. *France :* près du fort de l'Écluse, dans le Jura ; environs de La Rochelle ; environs de Vermanton, dans le département de l'Yonne ; environs d'Alençon ; environs de Gex ; Langres, département de la Haute-Marne. *Suisse :* montagne du Stockhorn, environs de Neufchâtel (calcaire compacte avec pétrole). *Moravie :* calcaire compacte avec des masses de dolomie, dans les environs de Nicolsbourg. *Hongrie*, environs de Bude. *Tyrol :* (calcaire compacte avec dolomie). *Dalmatie :* (calcaire compacte avec asphalte. *Sicile :* (calcaire compacte avec dolomie) : (même calcaire avec silex et calcédoine). *Royaume Lombard-Vénitien :* environs de Bellune. *Etats sardes :* environs de Nice, et de Villefranche ; sommet du mont Salève : (calcaire compacte et oolithique en partie à grains verts avec fluorine et gypse fibreux). *Würtemberg :* environs d'Ulm. *Bavière :* environs de Ratisbonne ; village de Solenhofen ; au confluent de l'Altemühl et du Danube ; environs de Pappenheim et de Bayreuth. *Hanovre :* environs d'Hildesheim. *Pyrénées :* (calcaire compacte avec des masses de dolomie). *Archiduché d'Autriche :* environs d'Ehrensbrunn.
Calcaire oolithique.	*France :* environs de Mortagne et de Lisieux. *Suisse :* environs de Porentruy et de Bienne, dans le canton de Berne ; le mont Randen, près de Schaffhouse.

Nature des dépôts.	Localités.
Calcaire siliceux et calcaire marneux. (*Coral rag.*)	*Angleterre* : comté d'York. *France* : environs de Boulogne-sur-Mer; diverses localités du département du Calvados, telles que la vallée de la Touque, de la Calonne et de la Vie; diverses localités des départemens de l'Orne et de la Sarthe; mont Bresille près de Besançon; environs de Rupt et de Ray, dans le département de la Haute-Saône; canton de Mirabeau, arrondissement de Dijon. *Wurtemberg* : environs de Nattheim et d'Heidenheim : Donzdorf, près de Geislingen, environs de Bahlingen. *Bavière* : montagne de Streitberg; environs du bourg de Muggendorf, dans la vallée du Wiesent. (Grottes et cavernes naturelles.) *Suisse* : le mont Terrible, dans le canton de Berne; et les environs de Porentruy et de Bienne. *Turquie* : environs de Nissa, en Romélie. *Russie méridionale* : environs de Simpheropol; dans la presqu'île de Krimée.
Sables et grès. (*Calcareous-grit.*)	*Angleterre* : Yorkshire. *Écosse* : environs de Brora. *France* : environs de Boulogne-sur-Mer : entre Honfleur et Caen, dans le Jura; environs de Saint-Michel et de Verdun, dans le département de la Meuse. *Suisse* : environs de Porentruy et de Bienne, dans le canton de Berne.
	ÉTAGE SOUS-MOYEN, ou *marneux*.
Argile d'Oxford et *Kelloway-rock.*	*Angleterre* ; environs d'Oxford : pont de Kelloway, dans le comté de Wilts; Huntingdon, dans le comté de ce nom : Folkingham, dans le comté de Lincoln. *France* : environs de Dives, de Sallenelles, et les vallées d'Auge, de la Touque, de la Vie et de la Calonne dans les départemens du Calvados et de l'Orne; plusieurs localités du département de la Sarthe; environs de Stenay, dans le département de la Meuse; plusieurs localités des départemens du Jura, et de la Haute-Saône. *Suisse* : environs de Porentruy et de Bienne, dans le canton de Berne. *Bavière* : environs du bourg de Muggendorf. *Hongrie* : environs de Bude. *Dalmatie* : plusieurs localités où la marne renferme du fer globuleux.

ÉTAGE INFÉRIEUR.

Nature des Dépôts.	Localités.
Cornbrash et *Forest-marble.*	EUROPE. — *Angleterre :* comté d'Oxford ; environs de Stonesfield ; environs de Lincoln ; Scarborough, dans le comté d'York. *France :* environs de Mamers, département de la Sarthe ; un grand nombre de localités du département du Calvados, et plusieurs points de la côte dans ce département, tels que la partie supérieure des falaises de Benouville, de Sallenelles et de Saint-Aubin ; dans les départemens de la Meuse, des Ardennes, de l'Yonne et de la Côte-d'Or ; à Molachire, Oiselay et Bucey-lès-Gy (Haute-Saône) ; à Béfort (Haut-Rhin) ; environs d'Aix (Bouches-du-Rhône). *Bavière :* environs d'Eichstædt et de Solenhofen, dans le cercle de la Rézat. *Suisse :* environs de Porentruy. *Pologne :* environs d'Olsztyn, d'Oycow et de Krakovie.
Argile de Bradford.	EUROPE. — *Angleterre :* dans les comtés de Wilts et d'York. *France :* dans les départemens de la Meuse et des Ardennes, de l'Yonne et de la Côte-d'Or ; Bouxwiller (Bas-Rhin) ; Bavillier (Haut-Rhin). *Prusse :* aux environs d'Essen, dans la province Rhénane.
Grande oolithe. (Couches calcaires marneuses et ferrugineuses)	EUROPE. — *Angleterre :* comtés d'York, et de Wilts ; au-dessous de Bath, dans le comté de Somerset. *France :* environs de Bourges (Cher) ; environs de Nontron (Dordogne) ; environs de Stenay et de Montmédy (Meuse) ; Lons-le-Saunier, Auxonne, Moissey, dans le département du Jura ; dans les environs des villages d'Allemagne, de Conteville, de Sainte-Croix-Grand-Tonne, de la Maladrerie autour de Caen ; dans les arrondissemens de Falaise et de Bayeux, et dans plusieurs autres localités du département du Calvados ; Frenay-le-Vicomte (Sarthe) ; dans le département de la Haute-Saône, à Gouhénans près de Lure ; environs de La Rochelle (Charente-Inférieure) ; départemens de l'Yonne et de la Côte-d'Or ; environs d'Antibes (Var) ; Mauriac (Cantal).

Nature des dépôts.	Localités.
Grande oolithe. (Couches calcaires marneuses et ferrugineuses.)	*Wurtemberg :* environs d'Ulm. *Bavière* : environs d'Eichstaëdt et de Ratisbonne. *Etats sardes :* environs de Nice. *Suisse*, le mont Terrible, dans le canton de Berne, et les environs de Porentruy et de Bienne ; et les environs de Basle. *Royaume Lombard-Vénitien :* vallée de la Brenta. *Etats romains :* rochers de Terracine. *Pologne:* environs d'Olsztyn, d'Oycow et de Krakovie. *Russie :* environs de Simpheropol, dans la presqu'île de Krimée. *Hongrie :* environs de Bude. Amérique. — *Mexique :* plusieurs localités, entre autres le plateau de Chilparrugo.
(Couches de grès calcarifères, de schiste, etc., avec stipite.)	Europe.— *Angleterre :* comté d'York. *Ecosse:* collines de Braambury et de Hare, dans le comté de Sutherland. *Iles Hébrides :* dans l'île de Sky et dans celle de Mull. *France*, environs de Milhau (Aveyron).
Argile à foulon.	Europe. — *Angleterre :* comtés du sud. *France :* près du village de Port-en-Bessin, dans le département du Calvados ; à Amblimont (Ardennes); à Navenne (Haute-Saône). *Suisse :* les environs de Porentruy et de Bienne, dans le canton de Berne.
Calcaire marneux.	Europe.— *France :* départemens de l'Yonne et de la Côte-d'Or. *Pologne :* environs d'Olsztyn, d'Oycow et de Krakovie.
Oolithe inférieure.	Europe. — *Angleterre :* comté d'York ; environs de Bath, dans le comté de Somerset ; de Bridport, dans le comté de Dorset; et de Bristol, dans le comté de Gloucester. *France :* arrondissemens de Bayeux, de Falaise et de Caen, dans le département du Calvados; les environs d'Argentan et d'Alançon, dans le département de l'Orne ; Saint-Remy-du-Plain (Sarthe) ; Beaumont en Argonne, dans le département des Ardennes; environs de Metz et d'Hayange (Moselle), et de Nancy (Meurthe) ; près de Margut, dans l'arrondissement de Sedan ; départemens de l'Yonne et de la Côte-d'Or ; près de Cal-

Nature des dépôts.	Localités.
Oolithe inférieure.	moutiers et de Jussey (Haute-Saône); près de Nevers (Nièvre); (Vendée); Niort (Deux-Sèvres); Poitiers, Montmorillon (Vienne); départemens de l'Indre, du Cher, du Doubs, de la Haute-Marne, de l'Isère et de Lot-et-Garonne. *Suisse :* les environs de Porentruy et de Bienne, dans le canton de Berne; les environs de Basle. *Russie :* environs de Simphéropol, dans la presqu'île de Krimée; environs de Moscou, de Vladimir, de Nijnei-Novgorod et de Kasan. *Bavière :* environs du village de Rabenstein dans le cercle du Bas-Danube et du village de Streitberg, dans le cercle du Haut-Mein. *Wurtemberg :* Montagnes du Rauhe-Alb. *Hanovre :* mont Kahlenberg, près d'Echte; environs d'Hildesheim. OCÉANIE. — *Ile de Van-Diemen.*

FORMATION LIASIQUE.

ÉTAGE SUPÉRIEUR.

Nature des dépôts.	Localités.
Couches marneuses et calcaires. Souvent avec gypse et sel gemme.	EUROPE. — *Angleterre :* environs de Bath, dans le comté de Somerset. *France :* dans le département de Maine-et-Loire, environs de Doué (arrondissement de Saumur); environs d'Isigny, de Falaise et d'autres lieux des arrondissemens de Bayeux et de Falaise, dans le département du Calvados; entre Aubenas et l'Argentière (Ardèche); pentes des Cévennes, environs de Cazouls (Hérault) et de Durban (Aude), de Lons-le-Saulnier (Jura), de Pontarlier (Doubs); arrondissemens d'Avalon (Yonne) et de Semur (Côte-d'Or); environs de Digne et de Castellanne (Basses-Alpes); environs de Lyon; environs de Curgy et de Charcey (Saône-et-Loire); de Bourg d'Oisans (Isère). *Iles Baléares :* Majorque. *Turquie :* entre les rivières du Bosna et du Verbas, en Bosnie. *Suisse :* montagne de la *Yungfrau*, sur la limite des cantons de Berne et du Valais; cascade du *Staubach*, montagne de la grande Scheideck, dans le canton de Berne; salines de Bex dans le canton de Vaud: vallée de Reuss, dans le canton d'Uri.

Nature des dépôts.	Localités.
Marnes schisteuses, psammites et poudingues.	EUROPE. — *Russie* : montagnes des environs de Baghtché-Saraï, de Simphéropol et de Kara-Son-Bazar, dans la presqu'île de Krimée.

ÉTAGE MOYEN.

Nature des dépôts.	Localités.
Calcaire à Gryphées et marne bleue.	EUROPE. — *Angleterre* : environs de Bath, dans le comté de Somerset, et de Witby, dans le comté d'York ; de Bristol ; comtés de Gloucester et de Somerset. *France* : environs de Metz (Moselle) ; environs de Bayeux (Calvados) ; entre Castellane et Senez ; environs de Digne (Basses-Alpes) ; arrondissemens d'Avalon (Yonne), et de Semur (Côte-d'Or) ; environs de Bruniquel (Tarn-et-Garonne) ; d'Aubenas (Ardèche) : avec filons de basalte : départemens de la Corrèze, de la Dordogne, du Lot, de la Vienne, des Basses-Alpes, etc. *Grand duché de Bade* : environs de Kandern. *Wurtemberg* : diverses localités, telles que les environs d'Urach, d'Aalen et de Gœppingen. *Bavière* : environs de Neumarkt.
Calcaire compacte et calcaire marbre.	EUROPE. — *Russie* : chaîne de montagnes de la presqu'île de Krimée. AMÉRIQUE : montagnes centrales du Mexique, montagnes de la Colombie.

ÉTAGE INFÉRIEUR.

Nature des dépôts.	Localités.
Grès quarzeux et micacé, psammite, arkose.	EUROPE. — *Angleterre*, bords de la Severn, dans le comté de Gloucester : calcaires et sables ; Horn-Castle, Glanford-Brigg, dans le comté de Lincoln ; environs de Hastings et de East-Grinstead, dans le comté de Sussex ; Lyme Regis, dans le comté de Dorset ; St-Neot's, dans le comté de Cornouailles. *France* : Samer (Pas-de-Calais) ; environs de Metz (Moselle) ; environs de Confolens (Charente) ; La Châtre et Brives (Indre) ; arrondissemens d'Avalon (Yonne) et de Semur (Côte-d'Or) ; de Mareuil (Vendée) ; plusieurs localités du département du Rhône, où les grès et les arkoses reposent sur le granite. *Prusse* : environs de Minden (province de Westphalie). *Bavière* : environs de Thurnau, près Bayreuth et d'Amberg.

Nature des dépôts.	Localités.
Grès quarzeux et micacé, psammite, arkose.	*Hanovre :* environ de Springe et de Bentheim. *Hesse électorale :* environs d'Obernkirchen. *Wurtemberg*, plusieurs localités : grès que l'on a appelés *Eisen-sand-stein et Quader-sand-stein*, quelquefois accompagnés de fer phosphaté et de fer hydraté. *Belgique :* grès de Luxembourg, à fer hydraté. *Moravie :* environs de Troppau. *Silésie autrichienne :* environs d'Engelsberg. *Principauté de Schauenbourg-Lippe :* environs de Hagenbourg. AMÉRIQUE. — *Etats-Unis :* côte méridionale du lac Supérieur. *Brésil*, environs de Tapanhoacanga : grès blanc et jaune, à fer hydraté, fer oxidulé, fer oligiste, manganèse, talc terreux, argile lithomarge, topazes, diamans, wavellite et fer phosphaté.
Calcaire à texture arenacée ou grenue.	EUROPE. — *France :* environs de Valognes (Manche); Osmanville et Agy, dans l'arrondissement de Bayeux (Calvados).
Marnes et calcaires marneux.	EUROPE. — *Angleterre :* environs de Bath, dans le comté de Somerset. *Belgique :* environs de Neufchâteau, dans la province de Luxembourg. *Galicie :* quelquefois avec soufre et asphalte.
Calcaires schistoïdes, schistes ardoisiers calcaires. Argiles schisteuses noires. Grès schisteux et micacé, etc., avec Anthracite et Stipite.	EUROPE. — *Angleterre :* comtés de Salop et de Chester, entre Moreton-Hill et Burley-Dam : schistes bitumineux. *France :* environs de Vicdessos (Ariége). *Etats sardes :* Petit-Cœur, col du Bonhomme; vallées de Servos, de Chamouni, de Valorsine ; golfe de la Spezia. *Suisse :* montagne de la Tête Noire, dans le canton du Valais; environs de Coire, dans le canton des Grisons ; environs de Berne, près de Boltigen : stipite et lignite. *Russie :* versant méridional des montagnes de la presqu'île de Krimée. AFRIQUE. — *Algérie :* montagne du Petit Atlas ; environs d'Oran.
Calcaires saccharoïdes, schiste micacé, etc.	EUROPE. — *France :* montagnes du département de l'Isère. *Duché de Modène :* environs de Carrare ; vallées du Serchio, du Serra et du Frigido; chaîne de Tambura, dans les Alpes apuennes.

Nature des dépôts.	Localités.
Calcaires compactes, avec Dolomies métallifères.	EUROPE. — *Illyrie* : environs de Bleiberg et de Villach : avec galène et calamine.
Calcaire bleu. Schistes noirs. Dolomie compacte.	EUROPE. — *France* : village de Cornadel, hameau de Mont-Sauve (Gard).

TABLEAU

DES CORPS ORGANISÉS FOSSILES

DU TERRAIN JURASSIQUE.

FORMATION OOLITHIQUE.

ÉTAGE SUPÉRIEUR.

(Portland-oolite. — Kimmeridge-clay. — Weymouth-beds.)

VÉGÉTAUX.

	Localités.
Bucklandia depressa. (Ad. Brong.)	Ile de Portland.
Végétaux passés à l'état de lignite.	Honfleur, Kimmeridge.

ZOOPHYTES.

Cellepora orbiculata. (Goldf.)	Calvados, Mont-Terrible, Besançon, Porentruy.
Meandrina tenella. (Gold.)	Soing; Haute-Saône.
Astrea macrophtalma. (Goldf.)	Porentruy.

RADIAIRES.

Cidaris crenularis. (Lam.)	Centre et sud de l'Angleterre, Mont-Terrible, Besançon, Wurtemberg, Soleure.
— Blumenbachii. (Munst.) — propinqua. (Munst.)	Porentruy.
— glandifera. (Goldf.)	Porentruy, Montbéliard.
— Schmidelii. (Munst.)	Dischingen, Suisse, Kimmeridge ; cap de la Hève.
— Subangularis. (Goldf.)	Muggendorf, Porentruy, Stockhorn.
Clypeaster. . . . Espèce non déterminée.	Argile de Kimmeridge ; Haute-Saône.

ANNÉLIDES.

	Localités.
Serpula conformis. (Goldf.)	Mont-Terrible.
— gordialis. (Schlot.)	Montbéliard.
— ilium. (Goldf.)	Streitberg, Porentruy.

CONCHIFÈRES.

Aptychus lævis longus. (Meyer.)	Montbéliard, Kimmeridge, Mont-Terrible.
Terebratula perovalis. (Sow.)	Mauriac, Cahors, La Rochelle.
— Ornithocephala. (Sow.)	Charriez, Haute-Saône.
Ostrea gregarea. (Sow.)	Normandie, nord de la France, Havre; Kimmeridge, Weymouth.
— solitaria. (Sow.)	Haute-Saône; environs de Verdun; cap de la Hève, près le Havre, Angoulins (Charente-Inférieure).
— deltoidea.	Yorkshire, nord de la France, centre et sud de l'Angleterre, Portgower, etc., Ecosse, Kimmeridge, Havre, Inverbrora, Weymouth.
— expensa. (Sow.)	Calcaire de Portland.
Exogira..... Espèce non déterminée.	Haute-Saône.
Gryphæa virgula. (Defrance.)	Havre; Bourgogne; sud de la France, Haute-Saône, Verdun; Besançon; Boulonais, Porentruy, Weymouth.
— nana. (Sow.)	Oxford.
— bruntutana. (Thurm.)	Calcaire de Portland, Porentruy, Besançon, Montbéliard, etc.; Fresnes-St-Mamès, Haute-Saône.
Pecten lamellosus. (Sow.)	Pierre de Portland.
— arcuatus. (Sow.)	Haute-Saône.
— concinnus. (Sow.)	Minden, Prusse.
Plagiostoma punctatum. (Sow.)	Porentruy.
Gervillia pernoides. (Desl.)	Sable de l'argile de Kimmeridge; Glos près Lisieux.
— siliqua. (Desl.)	Normandie, Porentruy.
Perna plana. (Thurm.)	Calcaire de l'argile de Kimmeridge; Le Banné près Porentruy; Montbéliard.
Crenatula...... Espèce non déterminée.	Portland.

	Localités.
Pinna granulata. (Sow.)	Weymouth ; Cahors, sud de la France.
Mytilus pectinatus (Sow.)	Weymouth ; calcaire de La Rochelle.
— Solenoides.	Cahors, sud de la France.
— jurensis. (Mérian.)	Montbéliard, Besançon ; Charriez, Haute-Saône.
Modiola plicata. (Sow.)	Besançon, Montbéliard, Porentruy ; Charriez, Haute-Saône.
— scalprum. (Sow.)	Porentruy ; Charriez, Haute-Saône.
— hillana. (Sow.)	Montbéliard, Besançon ; Charriez, Haute-Saône.
— Thirria. (Voltz.)	Lebanné, près Besançon ; Charriez, Haute-Saône ; Montbéliard.
Trigonia costata. (Sow.)	Haute-Saône.
— clavellata. (Sow.)	Angoulême : grès, argile schisteuse, etc. ; Haute-Saône ; Inverbrora, Ecosse ; Weymouth.
— gibbosa. (Sow.)	Ile de Portland.
— incurva. (Benett.) — nodulosa. (Benett.)	Tisbury, Wiltshire.
Isocardia striata. (Dorb.)	Fresnes St-Mamès, Haute-Saône ; Montbéliard, Besançon.
Cardita..... Espèce non déterminée.	Pierre de Portland.
Cardium dissimile. (Sow.)	Yorkshire, Portland.
Astarte cuneata. (Sow.)	Sud de l'Angleterre, Dundry.
Crassina minima (Phillips), ou Astarte minima.	Haute-Saône ; Ferrette, Haut-Rhin ; Béfort ; Porentruy.
Venus...... Espèce non déterminée.	Pierre de Portland.
Donax Alduini. (Al. Brong.)	Nord de la France, Havre ; Soing, Haute-Saône.
Amphidesma decurtatum. (Phil.)	Haute-Saône.
— recurvum. (Phil.) — securiforme. (Phil.)	Yorkshire, Havre.
Lutraria Jurassi. (Al. Brong.)	Audincourt, Doubs.
Mya depressa. (Sow.)	Montbéliard, Besançon.
— litterata. (Sow.)	Montbéliard, Besançon, Porentruy.

	Localités.
Mya mandibula. (Sow.)	Environs d'Angoulême.
Pholadomya simplex. (Phil.)	Yorkshire ; Charriez, Haute-Saône ; Porentruy.
— ovalis. (Sow.)	Pierre de Portland ; Normandie ; Angoulême.
— acuticostata. (Sow.)	Cahors, Angoulême, sud de la France (caractéristique) ; Charriez, Haute-Saône ; Montbéliard, Besançon ; Porentruy.
— Murchisoni. (Sow.)	Montbéliard ; Porentruy.
— Protei (Cardium Protei). (Al. Brong.)	Havre ; perte du Rhône ; Charriez ; Montbéliard.
Pholas compressa. (Sow.)	Oxford.
MOLLUSQUES.	
Melania Headingtonensis. (Sow.)	Yorkshire, centre et sud de l'Angleterre, Dundry, Kimmeridge, Braambury Hill, Brora, Weymouth, Havre, Normandie.
— striata. (Sow.)	Yorkshire, centre et sud de l'Angleterre, Weymouth ; nord de la France, Verdun, Havre.
Paludina.... Espèce non déterminée.	Haute-Saône.
Nerita sinuosa. (Sow.) Solarium conoideum. (Sow.)	Pierre de Portland.
Trochus rugatus. (Benett.)	Tisbury, Wiltshire.
Turritella concava. (Sow.)	Pierre de Portland, Tisbury.
— muricata. (Sow.)	Weymouth ; Havre.
Turbo muricatus. (Sow.)	Tisbury.
Bulla (non déterminée).	Kimmeridge ; Porentruy.
Nerinea terebra. (Ziet.)	Fresnes, St-Mamès, Haute-Saône.
Rostellaria composita. (Sow.)	Inverbrora, Écosse ; Yorkshire, Weymouth ; Havre.
Pteroceras Oceani. (Strombus... Al. Brong.)	Havre, chaîne du Jura, Haute-Saône.
— Ponti. (Strombus.. Al. Brong.)	Le Havre et la chaîne du Jura, Haute-Saône.
— Pelagi. (Strombus.. Al. Brong.)	Le Havre et la chaîne du Jura.
Nautilus angulosus. (D'Orb.)	Ile d'Aix.
Bélemnites	
Belemnites angulosus. (D'Orb.)	Portland ; Ile d'Aix.
Plusieurs espèces non déterminées.	Argile de Kimmeridge.

Ammonites.

Les Ammonites sont classées ici d'après la méthode de M. de Buch.

Famille des *Amalthei.*

	Localités.
Ammonites vertebralis. (Sow.) (A. cordatus. Sow., pl. 17.)	Yorkshire, centre et sud de l'Angleterre, Wilts; Brora.
— Lamberti. (Sow.)	Calcaire de La Rochelle, Solenhofen.
— omphaloides. (Sow.)	Ile de Portland.

Famille des *Planulati.*

— triplicatus. (Sow.)	Ile de Portland.
— giganteus. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre; île de Portland; île d'Aix.
— rotundus. (Sow.)	Purbeck.
— plicomphalus. (Sow.)	Kimmeridge; Porentruy.

Famille des *Dorsati.*

— Brodiæi. (Sow.)	Ile de Portland.

Famille des *Flexuosi.*

— asper. (Mérian.)	Pays de Neuchâtel.

POISSONS.

Pycnodus..... (Débris de plusieurs espèces.) Sphærodus..... (*Idem.*) Gyrodus..... (*Idem.*) Psammodus reticulatus. (Agassiz.)	Jura soleurois et argoviens.
Poissons. (Benett.) Plusieurs espèces non déterminées.	Tisbury, Wilts.
Ichthyodorulites. (Buckland et de la Bèche.) Plusieurs genres.	Oxford.
Poissons (plaques, palais, dents de —.)	Tisbury, Wiltshire.

REPTILES.

Gavialis brevicostris. — longirostris.	Le Havre.
Plesiosaurus recentior. (Conyb.)	Angleterre, Honfleur.
— Espèce non déterminée. Ichtyosaurus.....	Oxford, Weymouth, Honfleur.
Emys.....	Jura soleurois.
Divers sauriens.	Pierre de Portland.

MAMMIFÈRES.

Palæontherium crassum. (Cuv.) Anoplotherium gracile. (Cuv.)	Jura soleurois. (Gressly.)

ÉTAGE MOYEN,
ou *corallien.*

(Calcaire compacte, Calcaire oolithique, *Coral-rag* et *Calcareous-grit.*)

VÉGÉTAUX.	Localités.
Algues.	
Fucoides Stokii. (Ad. Brong.)	Solenhofen, Bavière.
— encelioides. (Ad. Brong.)	
Conifères.	
Thuytes divaricata. (Sternberg.)	Solenhofen, Bavière.
ZOOPHYTES.	
Achilleum muricatum. (Goldf.)	Streitberg.
— tuberosum. (Munst.)	Nattheim, Wurtemberg.
— cancellatum. (Munst.)	Nattheim.
— costatum. (Munst.)	Streitberg.
— glomeratum. (Goldf.)	Nattheim, Wurtemberg, Mont-Brézille, près Besançon.
— dubium. (Goldf.)	Solenhofen.
Manon peziza. (Goldf.)	Streitberg, Nattheim, Giengen, Ratisbonne, Besançon.
— marginatum. (Munst.)	Streitberg, Muggendorf.
— impressum. (Munst.)	Muggendorf.
Scyphia cylindrica. (Goldf.)	
— elegans. (Goldf.)	Bayreuth, Béfort.
— calopora. (Goldf.)	Bayreuth.
— pertusa. (Goldf.)	Streitberg, Bayreuth.
— texturata. (Goldf.)	Giengen, Wurtemberg.
— texata. (Goldf.)	Legerberg, Suisse, Streitberg.
— polyommata. (Goldf.)	Bayreuth et Suisse.
— clathrata. (Goldf.)	Streitberg, Bayreuth.
— parallela. (Goldf.)	Streitberg.
— pisilopora. (Goldf.)	Muggendorf.
— obliqua. (Goldf.)	Muggendorf, Mont-Terrible.
— rugosa. (Goldf.)	Streitberg.
— articulata. (Goldf.)	Muggendorf.
— pyriformis. (Goldf.)	Streitberg.
— radiciformis. (Goldf.)	
— punctata. (Goldf.)	
— reticulata. (Goldf.)	
— dictyota. (Goldf.)	

	Localités.
Scyphia procumbens. (Goldf.)	Bayreuth.
— paradoxa. (Munst.)	Streitberg et Amberg.
— empleura. (Munst.)	Streitberg.
— striata. (Munst.)	Streitberg et Muggendorf.
— Buchii. (Munst.)	Streitberg.
— Munsteri. (Goldf.)	Ratisbonne, Streitberg.
— propinqua. (Munst.)	Streitberg, Muggendorf.
— cancellata. (Munst.)	
— decorata. (Munst.)	Muggendorf.
— Humboldtii.	
— Sternbergii. (Munst.)	Streitberg.
— Schlotheimii. (Munst.)	
— Schweiggeri. (Goldf.)	Bayreuth.
— secunda. (Munst.)	Heiligenstadt, Streitberg, Mont-Terrible.
— verrucosa. (Goldf.)	Streitberg et Wurgau.
— Bronnii. (Munst.)	Mont-Terrible.
— milleporacea. (Munst.)	Thurnau, Aufses, Streitberg.
— pertusa. (Goldf.)	Streitberg et Amberg.
— intermedia. (Munst.)	Nattheim, Streitberg.
— Neesii. (Goldf.)	Streitberg.
— costata. (Goldf.)	Bayreuth.
— turbinata. (Goldf.)	Streitberg.
Tragos pezizoides. (Goldf.)	Muggendorf.
— acetabulum. (Goldf.)	Streitberg, Randen.
— radiatum. (Munst.)	Streitberg.
— rugosum. (Munst.)	
— reticulatum. (Munst.)	
— verrucosum. (Munst.)	
— pisiforme. (Goldf.)	Mont-Terrible.
Spongia floriceps. (Phil.)	Yorkshire.
Cnemidium lamellosum. (Goldf.)	Randen, Suisse.
— stellatum. (Goldf.)	
— striato-punctatum. (Goldf.)	Randen.
— rimulosum. (Goldf.)	
— mamillare. (Goldf.)	Streitberg.
— granulosum. (Munst.)	
— astrophorum. (Munst.)	Nattheim, Ratisbonne.
Siphonia pyriformis. (Gold.)	Streitberg.
Madrepora limbata. (Goldf.)	Heidenheim, Mortagne, Orne, Badenwiller, Doubs.
Ceriopora radiciformis. (Goldf.)	Thurnau, Bayreuth.
— striata. (Gold.)	Streitberg, Thurnau.
— favosa. (Gold.)	Streitberg.
— orbiculata. (Voltz.)	Mont-Terrible.
Agaricia rotata. (Goldf.)	Randen, Suisse.
— crassa. (Goldf.)	

	Localités.
Agaricia granulata. (Munst.)	Bâle, Nattheim, Verdun.
Lithodendron elegans. (Munst.)	Wurtemberg, Béfort.
— compressum. (Munst.)	Heidenheim, Wurtemberg.
— plicatum. (Goldf.)	Nattheim, Wurtemberg.
— rauracum. (Thurmann.)	Mont-Terrible.
Caryophyllia cylindrica. (Phil.)	Yorkshire.
— Semblable au C. cespitosa. (Ellis.)	Yorkshire, centre et sud de l'Angleterre.
— Semblable au C. flexuosa. (Ellis.)	Yorkshire, centre et sud de l'Angleterre.
— Voisine du C. carduus. (Park., Conyb.)	Angleterre; Boulonnais.
Antophyllum turbinatum. (Munst.)	Nattheim, Heidenheim.
— obconicum. (Munst.)	Nattheim, Heidenheim, Mont-Terrible, Besançon, Béfort.
Fungia lævis. (Goldf.)	Mont-Terrible.
Turbinolia dispar. (Phil.)	Yorkshire.
Meandrina Sæmmeringii. (Munst.)	Nattheim, Heidenheim.
— astroides. (Goldf.)	Haute-Saône, Giengen.
— tenella. (Goldf.)	Giengen, Mont-Terrible, Albe du Wurtemberg, Kimmeridge, Soing, Hte-Saône.
Explanaria lobata. (Goldf.)	Rupt, Haute-Saône.
— alveolaris. (Goldf.)	Mont-Brézille, près Besançon.
Astrea microconos. (Goldf.)	Biberbach, près de Muggendorf.
— limbata. (Goldf.)	Giengen, Mont-Terrible, Ray, Haute-Saône, Badeville, Doubs.
— concinna. (Goldf.)	Giengen.
— pentagonalis. (Munst.)	Nattheim, Heidenheim, Badeville, Doubs.
— gracilis. (Munst.)	Mont-Brézille, près Besançon.
— tubulosa. (Goldf.)	Vurtemberg, Haute-Saône, Mont-Terrible, Rupt, Mont-Brézille, Doubs.
— oculata. (Goldf.)	Giengen.
— alveolata. (Goldf.)	Heidenheim, Wurtemberg.
— helianthoides. (Goldf.)	Heidenheim, Giengen, Haute-Saône, Mont-Terrible, Doubs, Béfort; Saint-Pancré, près Metz, etc.

	Localités.
Astrea confluens. (Goldf.)	Heidenheim, Giengen, Rupt, Haute-Saône, Mont-Terrible, Béfort, Heiligenstein, Bas-Rhin, Essert, Haut-Rhin.
— caryophylloides. (Goldf.)	Giengen, Haute-Saône, Mont-Terrible.
— cristata, (Goldf.)	Giengen, Heidenheim.
— sexradiata. (Goldf.)	Giengen.
— favosioides. (Smith.)	Yorkshire, centre et sud de l'Angleterre.
— inæqualis. (Phil.) — micastron. (Phil.) — arachnoides. (Flem.) — tubulifera. (Phil.)	Yorkshire.
Sarcinula astroites. (Goldf.)	Mont-Randen, près Schaffhouse, Mont-Terrible, Rupt, Haute-Saône, Mont-Brézille, Doubs.
Aulopora dichotoma.	Nattheim, Wurtemberg.
Thamnasteria Lamourouxii. (Le Sauvage.)	Normandie.
Polypifères : genres non déterminés.	Normandie, nord de la France (Bobl.), Bourgogne, sud de la France.
RADIAIRES.	
Cidaris florigemma. (Phil.) — intermedia. (Park.) — monilipora. (Y. et B.)	Yorkshire.
— crenularis. (Lam.)	Besançon.
— globata. (Schlot.)	Nord de la France.
— nobilis. (Munst.)	Bayreuth.
— marginata. (Goldf.)	Ratisbonne, Heidenheim.
— variolaris. (Al. Brong.)	Streitberg, Ratisbonne, Heidenheim.
— coronata. (Goldf.)	Centre et sud de l'Angleterre, Thurnau, Staffelstein, Heidenheim, Randen, Mont-Terrible ; Béfort.
propinqua. (Munst.) glandifera. (Goldf.)	Mont-Randen, Mont-Terrible.
Cidaris (pointes de —).	Normandie, Haute-Saône.
Echinus germinans. (Phil.).	Yorkshire.
— nodulosus. (Munst.)	Bayreuth.
— hyeroglyphicus. (Goldf.)	Mont-Terrible ; Besançon, Béfort.

	Localités.
Echinus sulcatus. (Gold.)	Thurnau, Muggendorf.
Galerites depressus. (Lam.)	Wurtemberg, Bavière, Yorkshire, Normandie, Haute-Saône, Hohenstein, Saxe, Besançon, Bouxwiller.
— speciosus. (Munst.)	Heidenheim, Vurtemberg.
Clypeaster pentagonalis. (Phil.)	Yorkshire.
Nucleolites granulosus. (Munst.)	Amberg, Streitberg, Wurgau.
— semiglobus. (Munst.)	Pappenheim, Monheim, Bavière.
— excentricus. (Munst.)	Kehlheim, Bavière.
— canaliculatus. (Munst.)	Blaubeuren, Wurtemberg.
Spatangus ovalis. (Park.)	Yorkshire.
— intermedius. (Munst.)	Blaubeuren, Wurtemberg.
— carinatus. (Goldf.)	Bayreuth, Amberg.
— capistratus. (Goldf.)	Chamsol, Doubs.
Clypeus sinuatus. (Park.)	Yorkshire, centre et sud de l'Angleterre.
— emarginatus. (Phil.)	Yorkshire.
— clunicularis. (Smith.)	Yorkshire, centre et sud de l'Angleterre, Ravenne; Haute-Saône.
— dimidiatus. (Phil.) — semisulcatus. (Phil.)	Yorkshire.
Echinite (pointes de —).	Bourgogne, nord de la France.
Eugeniacrinites nutans. (Goldf.)	Streitberg, Muggendorf.
— caryophyllatus. (Goldf.)	Bayreuth.
— pyriformis. (Munst.)	Streitberg.
— moniliformis. (Munst.) — Hoferi. (Munst.)	Streitberg, Suisse.
Apiocrinites rotundus. (Miller.) — elongatus. (Miller.)	Besançon; Mont-Terrible.
— rosaceus. (Schlot.)	Alsace; Largue, Haut-Rhin.
— Milleri. (Schlot.)	Besançon; Mont-Terrible.
— mespiliformis. (Schlot.)	Heidenheim, Giengen.
— flexuosus (Goldf.)	Wurtemberg.
Pentacrinites vulgaris. (Schlot.)	Centre et sud de l'Angleterre, Yorkshire.
— Briareus. (Miller.)	Mont-Terrible, Verdun, Besançon.
— scalaris. (Goldf.)	Bayreuth, Boll.
— pentagonalis. (Goldf.)	Mont-Terrible; Hte-Saône.
Solanocrinites scrobiculatus. (Munst.)	Streitberg.
— Jaegeri. (Goldf.)	Baireuth.
— costatus. (Goldf.)	Heidenheim; Mont-Terrible.

	Localités.
Rhodocrinites achinatus. (Schlot.) Caractéristique des couches à chailles.	Fretigney, Haute-Saône; Béfort.
Asteria lumbricalis. (Schlot.)	Walzendorf, Cobourg, Lichtenfels, Bamberg.
— lanceolata. (Goldf.)	Walzendorf, Lichtenfels.
— jurensis. (Munst.)	Streitberg, Franconie, Nattheim, Wurtemberg, Bayreuth.
— tabulata. (Goldf.)	Streitberg, Muggendorf, Franconie.
— scutata. (Goldf.)	Streitberg, Heiligenstadt.
— stellifera. Goldf.)	Streitberg.
— prisca. (Goldf.)	Wasseralfingen.
Commentula pinnata. (Goldf.) — tenella. (Goldf.) — pectinata. (Goldf.) — filiformis. (Goldf.) Ophiura speciosa. (Munst.) — carinata. (Munst.)	Solenhofen.

ANNÉLIDES.

Lumbricaria intestinum. (Munst.) — colon. (Munst.) — recta. (Munst.) — gordialis. (Munst.) — conjugata. (Munst.) — filaria. (Munst.)	Solenhofen.
Serpula squamosa. (Bean.)	Yorkshire.
— tricarinata. (Sow.)	Oxford, Steeple Ashton, Wilts, Haute-Saône.
— lacerata. (Phil.)	Yorkshire.
— runcinata. (Sow.)	Oxford, Besançon.
— problematica. (Munst.)	Solenhofen.
— grandis. (Goldf.)	Bayreuth, Wurtemberg; Haute-Saône.
— convoluta. (Munst.)	Streitberg, Mont-Terrible.
— delphinula. (Goldf.)	Thurnau, Streitberg.
— capitata. (Goldf.) — limata. (Munst.)	Streitberg.
— plicatilis. (Munst.)	Gräfenberg, Streitberg.
— gibbosa. (Goldf.)	Muggendorf.
— nodulosa. (Goldf.) — spirolinites. (Munst.)	Streitberg.
— tricarinata. (Goldf.)	Chamsol, Doubs.
— pentagona. (Goldf.)	Streitberg.

	Localités.
Serpula quinquangularis. (Goldf.)	Largue, Haut-Rhin; Mont-Terrible.
— prolifera. (Goldf.) — planorbiformis. (Munst.) — trochleata. (Munst.) — canaliculata. (Munst.) — Deshayesii. (Munst.)	Streitberg.
— volubilis. (Munst.)	Béfort.
— spiralis. (Munst.)	Muggendorf, Nattheim, Heidenheim.
— cingulata. (Munst.) — flagellum. (Munst.)	Streitberg.
— flaccida. (Munst.)	Mont-Terrible; Béfort, Besançon.
— gordialis. (Schlot.)	Béfort, Besançon; Largue, Haut-Rhin; Montbéliard; Mont-Terrible.
— intercepta. (Goldf.)	Streitberg.
— illium. (Goldf.)	Béfort, Besançon.
— filaria. (Goldf)	Nattheim.
— problematica. (Munst.)	Solenhofen.

CONCHIFÈRES.

Aptychus lævis latus. (Meyer.) Trigonellites latus? — lævis longus. (Meyer.)	Solenhofen, Pappenheim. Calcaire compacte de l'albe de Wurtemberg.
— imbricatus depressus. (Meyer.) — imbricatus profundus. (Meyer.)	Bavière : calcaire lithographique.
Terabratula ornithocephala. (Sow.)	Yorkshire, centre et sud de l'Angleterre.
— intermedia. (Sow.) — globata. (Sow.)	Yorkshire.
— bisuffarcinata. (Schlot.) Identique avec la T. perovalis. (Munst.) — pectunculus. (Schlot.)	Turnau.
— reticulata. (Sow.) — truncata. (Sow.) — hæmispherica. (Sow.) — digona. (Sow.) — tetraedra. (Sow.) — rigida. (Sow.)	Normandie : Calvados.
— ovata. (Sow.) — obsoleta. (Sow.)	Yorkshire, centre et sud de l'Angleterre, Haute-Saône.
— inconstans. (Sow.)	Portgover, etc., nord de l'Écosse, Beal, île de Sky, Weymouth.

	Localités.
Terabratula loricata. (Schlot.)	Bayreuth.
— rostrata. (Schlot.)	Soleure.
— spinosa. (Lam.)	Bayreuth.
— substriata. (Schlot.)	Thurnau.
— Defrancii. (Al. Brong.)	Amberg.
— Hœninghausii. (Blain.)	Bayreuth.
— sexangula. (Defr.,)	Muggendorf.
Orbicula radiata. (Phil.)	Yorkshire.
Ostrea gregarea. (Sow.)	Yorkshire, Weymouth, Normandie, Besançon, Béfort.
— solitaria. (Sow.)	Yorkshire; Weymouth.
— duriuscula. (Bean.)	Yorkshire.
— Marshii. (Sow.)	Weymouth.
— deltoidea. (Sow.)	Weymouth; Portgower.
— minima. (Desl.)	Normandie.
Gryphæa bullata. (Sow.)	Lincolnshire.
— inhærens. (Phil.)	Yorkshire.
— dilatata. (Sow.)	Weymouth.
Pecten abjectus. (Phil.)	Yorkshire.
— inæquicostatus. (Phil.)	Yorkshire, Oxfordshire, env. de Verdun.
— cancellatus. (Bean.)	Yorkshire, Sutherland.
— demissus. (Phil.)	Yorkshire.
— lens. (Sow.) — fibrosus. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre; Ecosse; Normandie.
— vimineus. (Sow.)	Brora, Ecosse; Yorkshire, Oxforshire; Verdun.
— vagans. (Sow.)	Yorkshire et Oxford.
— arcuatus. (Sow.) — similis. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre.
Plagiostoma læviusculum. (Sow.)	Yorkshire, Oxfordshire, Marthon, sud de la France.
— rigidum. (Sow.)	Yorkshire, Oxfordshire, nord de la France, Haute-Saône.
— rusticum. (Sow.)	Yorkshire, Oxfordshire.
— duplicatum. (Sow.)	Yorkshire.
Lima rudis. (Sow.)	Oolite coralline, grès calcaire: Yorkshire; coral-rag : centre et sud de l'Angleterre, nord de la France.
— proboscidea. (Sow.)	Weymouth,
Avicula expansa. (Phil.)	Oxford, Yorkshire.
— ovalis. (Phil.) — elegantissima. (Bean.) — tonsipluma. (Y. et B.)	Yorkshire.

	Localités.
Avicula inæquivalvis. (Sow.)	Portgower, Écosse : lumachelle et grès calcaire.
— costata. (Sow.)	Environs de Caen.
Gervillia aviculoides. (Sow.)	Yorkshire, Oxfordshire, centre et sud de l'Angleterre; grès, calcaire et argile schisteuse : Inverbrora, Ecosse, Weymouth.
Perna quadrata. (Sow., Phil.) Trigonellites antiquatus. (Phil.)	Yorkshire.
Pinna pinnigena.	Normandie.
— lanceolata. (Sow.)	Yorkshire; Weymouth.
Fistulana subtrigona. (Desl.) — lacryma. (Deslonchamps.) — unicostata. (Desl.) bicostata. (Desl.)	Trouville, Normandie.
Mytilus pectinatus. (Sow.)	Weymouth.
Lepadites problematicus. (Keferst.) — solenoides. (Keferstein.)	Solenhofen.
Mytilus..... Espèce non déterminée.	Centre et sud de l'Angleterre, Normandie.
Modiola imbricata. (Sow.)	Yorkshire, centre et sud de l'Angleterre.
— ungulata. (Y. et B.)	Yorkshire.
— bipartita. (Sow.)	Yorkshire, Braambury Hill, Brora.
Chama mima *ou* gryphæa mima. (Phil.)	Yorkshire.
Diceras arietina. (Lam.)	Ray, Haute-Saône; Dellemont, La Rochelle, Saint-Mihiel, Mont-Salève.
— Espèce non déterminée.	Mortagne, Ray; Haute-Saône.
Trigonia costata. (Sow.) — clavellata. (Sow.)	Yorkshire, Weymouth.
Nucula..... Espèce non déterminée.	Yorkshire.
Arca quadrisulcata. (Sow.)	Malton, Yorkshire.
— æmula. (Phil.) Cucullæa oblonga. (Sow.)	Yorkshire.
— contracta. (Phil.) — triangularis. (Phil.) — pectinata. (Phil.)	Yorkshire : Oolite coraline.
— elongata. (Sow.)	Yorkshire; calcaire de La Rochelle; Cross Hands, Gloucestershire.

	Localités.
Hippopodium ponderosum. (Sow.)	Yorkshire, centre et sud de l'Angleterre.
Isocardia rhomboidalis. (Phil.) — tumida.	Yorkshire.
— dicerata. (Dorb.)	Angoulin, Charente-Inférieure.
Cardita similis. (Sow.) Cardium lobatum. (Phil.)	Yorkshire.
Astarte.... Espèce non déterminée.	Haute-Saône.
Crassina ovata. (Smith.)	Wiltskire, Oxfordshire, Yorkshire.
— elegans. (Sow.)	Yorkshire, calcaire de La Rochelle, Portgovert, Inverbrora.
— aliena. (Phil.) — extensa. (Phil.)	Yorkshire.
Venus..... Espèce non déterminée.	Normandie.
Cytherea.... Espèce non déterminée.	Yorkshire.
Lucina..... Espèce non déterminée.	Normandie.
Corbis lævis. (Sow.)	Yorkshire, Marshamfield, Oxford.
Tellina empliata. (Phil.) Psammobia lævigata. (Phil.) Corbula curtansata. (Phil.)	Yorkshire.
Amphidesma recurvum. (Phil.) Mya litterata. (Sow.) Pholadomya Murchisoni. (Sow.)	Yorkshire.
— plicata. (Deslonchamps.)	Calvados.
Pholas recondita. (Phil.)	Yorkshire.

MOLLUSQUES.

Bulla elongata. (Phil.)	Yorkshire.
Melania striata. (Sow.)	Weymouth.
— Headingtonensis. (Sow.)	Yorkshire; Normandie.
Ampullaria, espèce non déterminée.	Centre et sud de l'Angleterre; Normandie.
Nerita sulcosa. (Zieten.)	Nattheim, Wurtemberg.
Natica arguta. (Smith.) — nodulata. (Y. et B.) — cincta. (Phil.) Vermetus compressus. (Y. et B.) Delphinula, espèce non déterminée. Trochus tornatilis. (Phil.)	Yorkshire.
— arenosus. (Sow.)	Yorbshire.
— tiara. (Sow.)	Yorkshire; centre et sud de l'Angleterre.

	Localités.
Trochus bicoronatus. (Sow.)	Weymouth.
— reticulatus. (Sow.)	Weymouth, Normandie.
— jurensis. (Ziet.) — quinquecinctus. (Ziet.)	Nattheim, Wurtemberg.
Cirrus cingulatus. (Phil.)	Yorkshire; calcareous-grit.
Turbo muricatus. (Sow.)	Yorkshire, centre et sud de l'Angleterre, Weymouth.
— funiculatus. (Phil.)	Yorkshire.
Turritella muricata. (Sow.)	Yorkshire, calcaire de La Rochelle, lumachelle et grès; Portgover, etc., Ecosse.
— cingenda. (Sow.)	Yorkshire.
— echinata. (De Buch.)	Mont-Terrible.
— tristriata. (Zieten.)	Albe de Wurtemberg.
Actæon retusus. (Phil.)	Yorkshire.
Nerinea sulcata. (Ziet.) — terebra. (Ziet.)	Nattheim, Wurtemberg.
— bruntrutiana. — elegans. — pulchella.	Montagnes du Jura.
Murex haccanensis. (Phil.)	Yorkshire.
— rostellariformis. (De Buch.)	Randen, Schafhouse.
Terebra melanoïdes. (Phil.) — granulata (Phil.)	Yorkshire.
— sulcata.	Nord de la France.
Patella rugosa. (Sow.)	Normandie; Calvados.
Nautilus sinuatus. (Sow.) Identique avec le N. aganiticus. (Schlot.)	Normandie, Allemagne.
Turrilites Babeli. (Al. Brong.)	Nord de la France.

Bélemnites [1].

A. Canaliculées. *a*. Lancéolées.

Belemnites fusiformis. (Miller.)	Yorkshire.
— semi-sulcatus. (Munst.) — pusillus. (Munst.) — deformis. (Munst.)	Wurtemberg; Solenhofen.

b. Conoïdes.

— sulcatus. (Mill.)	Yorkshire; argile schisteuse, grès et calcaire; Inverbrora, Ecosse.

---

[1] Cette liste des Bélemnites est faite d'après la classification de M. Voltz.

B. Non canaliculées. *a*. Sommet simple ou à un sillon.

— *b*. Conoïdes.

	Localités.
Belemnites acicula. (Munst.)	Solenhofen.
— unisulcatum. (Ziet.)	Albe de Wurtemberg : calcaire compacte.

AMMONITES.

Famille des *Falciferi*.

Ammonites canaliculatus. (Munst.)	Allemagne ; Arau, Suisse ; Bahlinghen, Wurtemberg.

Famille des *Amalthei*.

— alternans. (De Buch.)	Caractéristique du *coral-rag* en Allemagne ; Muggendorf, Gailenreuth, etc.
— vertebralis. (Sow.) — excavatus. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre.

Famille des *Planulati*.

— triplicatus. (Sow.) — plicatilis. (Sow.)	Yorkshire, centre et sud de l'Angleterre ; Randen.
— polyplocus. (Rein.)	Bavière : calcaire lithographique.
— abruptus. (Stahl.) Identique avec la précédente.	Wurtemberg.
— giganteus. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre.
— biplex. (Sow.)	Solenhofen ; Randen, Rathshausen, Streitberg, Altdorf ; Eybach, Wurtemberg.
— bifurcatus. (Schlot.)	Cobourg, Baireuth.
— trifurcatus. (Rein.)	Cobourg, Böhringen, Wurtemberg.
— annulatus. (Sow.) Diffère peu de l'A. Kœnigii. (Bechen.)	Centre et sud de l'Angleterre ; Wilts, Cobourg.

Famille des *Coronarii*.

— crenatus. (Rein.)	Allemagne : dans le *coral-rag*.

Famille des *Macrocephali*.

— macrocephalus. (Schlot.) Identique avec l'espèce suivante. (Dechen.) — tumidus. (Rein.)	Aarau, Cobourg.

	Localités.
— inflatus. (Sow.)	Yorkshire et Écosse; Randen, Thurnau, Staffelberg.
— Sutherlandiæ. (Sow.) Spires intérieures de l'espèce précédente (Dechen.)	Braambury Hill et Brora, Écosse; Yorkshire.
— striolaris. (Rein.) Spires intérieures de l'A. inflatus. (Dechen.)	Eybach, Wurtemberg.
— sublævis. (Sow.)	Yorkshire.

Famille des *Armati*.

— perarmatus. (Sow.)	Malton, Écosse; Yorkshire; Staffelberg, près Banz; Franconie; Mordberg, près Nuremberg; Randen.
— Williamsoni. (Phil.)	Oolite coraline; Yorkshire.
— lenticularis. (Phil.	Yorkshire.

Famille des *Flexuosi*.

— flexuosus. (Munst.)	Streitberg, près Erlangen; Donzdorf, Souabe; Rathausen, près Bahlingen; Mont-Randen, près Schaffhouse.
— discus. (Rein.) Probablement identique avec la précédente. (Dechen.)	Ganzlosen et Gruibingen, Wurtemberg.

Les espèces suivantes d'Ammonites ne sont pas assez caractérisées, ou n'ont pas pu être assez observées, pour qu'on puisse déterminer la famille à laquelle elles appartiennent.

— latina. (Sow.)	Wiltshire.
— plumbatus. (Schot.) — colubrinus. (Rein.)	Solenhofen.
— decipiens.	Solenhofen; Hohenstein, Saxe.
— instabilis. (Phil.) — solaris. (Phil.)	Yorkshire.
— planulatus. (De Haan.)	Bayreuth.
— tenuistriatus. (Munst.)	Solenhofen.

DÉCAPODES.

Onychoteutis angusta. (Munst.) Loligo prisca. (Ruppell.) — antiqua. (Munst.) — Sepia hastæformis. (Rüppell.)	Solenhofen.

CRUSTACÉS.

	Localités.
Pagurus mysticus. (Holl.)	Solenhofen.
Eyrion Cuvieri. (Desm.)	Solenhofen, Eichstædt, Pappenheim.
— muticus. (Knorr.) — spinimanus. (Knorr.) — propinquus. (Schlot.) — acutus. (Schlot.)	Solenhofen.
— Schloteimii. (Holl.) Scyllarus dubius. (Holl.)	Solenhofen.
Palæmon spinipes. (Desm.)	Pappenheim, Solenhofen.
— longimanatus. (Holl.) ou Mecochirus locusta. (Dechen.)	Solenhofen.
— Walchii. (Holl.) — squillarius. (Schlot.)	Pappenheim.
Astacus modestiformis. (Holl.) — minutus. (Holl.)	Solenhofen.
— leptodactylus. (Germar?) — spinimanus. (Germar?) — fuciformis. (Holl.)	Calcaire lithographique. Solenhofen?
— rostratus. (Phil.)	Yorkshire.
Macrourites mysticus. (Schlot.) — pseudoscyllarius. (Schlot.) Limulus Walchii. (Schlot.) Mecochirus locusta. (Desm.) — Baieri. (Germar.) Polyphemus Walchii. (Germar.)	Solenhofen.

Insectes.

Insectes de la famille des Libellulines et autres.	Solenhofen. (Munst.)
Æschna antiqua. (Van der Linden.)	Solenhofen [1].
— gravidis. (Kohl.) Locusta..... Espèce non déterminée. Agrion..... Espèce non déterminée. Myrméléon..... Espèce non déterm. Ranâtre..... Plusieurs espèces non déterminées. Bupreste..... Plusieurs espèces non déterminées. Grillus..... Espèce non déterminée. Arachnides du genre Galeodes d'Olivier, ou du genre Solpuga de Fabricius.	Solenhofen et Pappenheim.

---

[1] (Voyez la figure de cette espèce, *Pl.* 19 *fig.* 11.)

	Localités.
Sirex..... Espèce non déterminée.	Solenhofen et Pappenheim.
Ichneumon..... Espèce non déterm.	
Cerambyx..... Espèce non déterm.	
Sphinx..... Espèce non déterminée.	
Elytres de Coléoptères. (Leach.)	Solenhofen.

POISSONS.

Clupea sprattiformis. (Blainv.)	Solenhofen.
— dubia. (Blainv.)	Schiste calcaire de Pappenheim.
— Knorrii. (Blainv.)	
— salmonea. (Blainv.)	
— Davilei. (Blainv.)	
— encrasicoloïdes. (Knorr.)	Solenhofen.
— bavarica. (Germar.)	
Pœcilia dubia. (Blainv.)	Anspach?
Esox acutirostris. (Blainv.)	Pappenheim et Solenhofen.
— avirostris. (Germar.)	
Ichtyolithus esociformis. (Germar.)	Solenhofen.
— luciiformis. (Germar.)	
Stromateus exagonus. (Knorr.)	

REPTILES.

Pterodactilus longirostris. (Cuv.)	Eichstœdt.
— brevirostris. (Cuv.	
— longirostris. (Sœmm.)	Pappenheim.
— grandis. (Cuv.)	Solenhofen.
— crassirostris. (Goldf.)	
— medius. (Munst.)	Monheim.
— Munsteri. (Goldf.)	
— antiquus (Sœmm.) ou Ornithocephalus antiquus.	
— priscus. (Sœmm.)	
Crocodilus priscus. (Sœmm.)	Pappenheim.
— Débris. Espèces non déterm.	Yorkshire.
Geosaurus (Cuv.), ou Lacerta gigantea. (Sœmm.)	Monheim.
Lacerta neptunia. (Goldf.)	
Rhacheosaurus gracilis. (Meyer.)	Daiting, Solenhofen.
Pleurosaurus Goldfusii. (Meyer.)	Daiting.
Tortue fluviatile..... Espèce non déterminée.	Pappenheim

OISEAUX.

Tête ressemblant à celle du Carus tridactylus.	Solenhofen.
Divers débris d'espèces indéterminables.	

	Localités.
MAMMIFÈRES.	
Vespertilio..... (Sœmm.) Espèce de grande taille, non déterm.	Pappenheim.

ÉTAGE SOUS-MOYEN.

(Oxford-clay. — Kelloway-rock. — Dépôt à chailles.)

ZOOPHYTES.	
Manon peziza. (Goldf.) Scyphia legans. (Goldf.) — obliqua. (Goldf.) — secunda. (Munst.)	Streiberg, Thurnau, Mont-Terrible.
— Bronnii. Munst.)	Wurtemberg et Bayreuth, Mont-Terrible.
— pisiforme. (Goldf.)	Essen, Bradford, Mont-Terrible.
Cellepora orbiculata. (Goldf.) Ceriopora orbiculata. (Voltz.)	Haute-Saône, Mont-Terrible, Bradford.
Antophyllum obconicum. (Munst.) — decipiens. (Goldf.)	Nattheim; Alsace.
Fungia lævis. (Goldf.)	Mont-Terrible.
Aulopora compressa. (Goldf.)	Rabenstein, Grafenberg, pays de Bayreuth; Bouxwiller; Dives, Calvados.
RADIAIRES.	
Cidaris crenularis. (Lam.)	Besançon.
— Blumenbachii. (Munst.)	Porentruy.
— elegans. (Munst.)	Haute-Saône; Bayreuth.
— coronata. (Goldf.)	Mont-Terrible, Béfort.
— propinqua. (Munst.) — glandifera. (Goldf.)	Mont-Terrible.
Echinus nodulosus. (Munst.)	Bayreuth.
— hieroglyphicus. (Goldf.)	Ratisbonne, Thurnau, Mont-Terrible, Besançon, Béfort.
— sulcatus. (Goldf.)	Thurnau, Streitberg, Muggendorf, Heidenheim.
Galerites depressus. (Lam.)	Normandie; Besançon.
— patella.	Normandie.
Clypeaster, ... (Voisin du Cl... Kleinii.) (Goldf.)	Chamsol, près Saint-Hyppolite, Doubs.
Nucleolites scutatus. (Goldf.)	Normandie, Oiselay, Haute-Saône, Chamsol, Doubs.

	Localités.
Ananchytes bicordata.	Normandie.
Spatangus ovalis. (Park.)	Yorkshire.
— carinatus. (Goldf.)	Bayreuth, Wurtemberg, Amberg, Franconie.
— capistratus. (Goldf.)	Bayreuth, Haute-Saône, Chamsol, Doubs.
Eugeniacrinites caryophyllatus. (Goldf.)	Bayreuth, Wurtemberg, Suisse.
Apiocrinites rotundus. (Miller.)	Centre et sud de l'Angleterre, Wiltshire, Somerset, Allemagne, Mont-Terrible; Besançon.
— elongatus. (Miller. Voltz)	Bâle, Soleure, Alsace, près Béfort, Besançon Mont-Terrible.
— rosaceus. (Schlot.)	Soleure, Alsace, Muggendorf, Largue, Haut-Rhin, Mont-Terrible.
— Milleri. (Schlot.)	Wurtemberg, Mont-Terrible; Besançon.
— Briareus. (Miller.)	Mont-Terrible.
— subteres. (Goldf.)	Haute-Saône.
— scalaris. (Goldf.)	Bayreuth, Banz, Boll, Jura.
— pentagonalis. (Goldf.)	Streitberg, Boll, Mont-Terrible, Besançon, Béfort, Montbéliard, Oiselay, Percey-le-Grand, Haute-Saône.
— paradoxus. (Goldf.)	Bayreuth, Wurtemberg.
Solanocrinites costatus. (Goldf.)	Giengen, Heidenheim, Wurtemberg, Mont-Terrible.
Rhodocrinites echinatus. (Schlot.)	Amberg, Wurtemberg, Suisse, Berrach, Fretigney, Haute-Saône, Béfort, Besançon, Dives, Mont-Terrible.

ANNÉLIDES.

Serpula intestinalis. (Phil.)	Yorkshire.
— capitata. (Phil.)	Mont-Terrible.
— quadrangularis. (Lam.)	Normandie, Béfort, Challeseule, Doubs.
— sulcata. (Sow.)	Oxford, Chamsol, Doubs, Bouxwiller.
— tricarinata. (Sow.) — runcinata. (Sow.)	Oxford, Besançon.

	Localités.
Serpula convoluta. (Goldf.)	Mont-Terrible, Bouxwiller; Dives, Calvados.
— quinquangularis. (Goldf.)	Chamsol, Doubs, Bouxwiller, Mont-Terrible.
— heliciformis. (Goldf.)	Neubourg, Challeseule, Doubs.
— volubilis. (Munst.)	Béfort, Presentvillers, Doubs.
— flaccida. (Munst.)	Mont-Terrible, Besançon Béfort, Heiligenstein, Bas-Rhin, Gouhenans, Haute-Saône.
— gordialis. (Schlot.) — illium. (Goldf.)	Mont-Terrible, Béfort, Besançon.

CONCHIFÈRES.

Aptychus lævis latus. (Meyer.) ou **Trigonellites latus.** (Park.)	Oxford, Mont-Terrible.
— lævis longus. (Meyer.)	Montbéliard.
Terebratula socialis. (Phil.)	Yorkshire.
— biplicata. (Sow.)	Normandie, Soleure.
— perovalis. (Sow.)	Haute-Saône.
— impressa. (Zieth.)	Oxford, M.-Terrible, Montbéliard, Béfort, Oiselay, Haute-Saône.
— ornithocephala. (Sow.)	Dives, Calvados.
Ostrea gregarea. (Sow.)	Nord de la France; Besançon, Béfort.
— inæqualis. (Phil.) — undosa. (Bean.) — archetypa. (Phil.)	Yorkshire.
— Marshii. (Sow.)	Normandie.
— deltoidea. (Smith et Sow.)	Nord de la France.
— carinata. (Sow.)	Dives, Calvados.
— palmetta. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre, Normandie.
— minima. (Desl.) — plicatilis.	Normandie.
— pectinata. — pennaria.	Nord de la France.
— flabelloides. (Lam.)	Dives, Calvados.
Gryphæa bullata. (Sow.)	Oxford; Lincolnshire.
— dilatata. (Sow.)	Yorkshire, centre et sud de l'Angleterre, Normandie, nord de la France, Bourgogne, Haute-Saône; Beggingen, Schaffhouse.

	Localités.
— nana. (Sow.)	Oxford, récifs de Dunrobin, Ecosse; nord de la France.
— Maccullochii. (Sow.)	Normandie.
— gigantea. (Sow.)	Chamsol, Doubs.
Plicatula spinosa. (Sow.)	Mont-Terrible; Béfort.
— tubifera. (Lam.)	Mont-Terrible; Vieux-Saint-Remi, Ardennes; Dives, Calvados.
Pecten lens. (Sow.)	Yorkshire; Normandie, nord de la France, Alsace et Stranen, près Luxembourg.
— vagans. (Sow.)	Dives, Calvados.
— vimineus. (Sow.)	Normandie.
Plagiostoma duplicatum. (Sow.)	Yorkshire.
Lima rudis. (Sow.)	
— proboscidea. (Sow.)	Normandie.
Avicula expansa. (Phil.)	Yorkshire.
Gervillia aviculoides. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre.
— pernoides. (Desl.)	Gundershoffen, Bas-Rhin.
— siliqua. (Desl.)	Normandie; Besançon.
Perna mytiloides. (Sow.)	Dives, Calvados.
— aviculoides. (Sow.)	
Crenatula ventricosa. (Sow.)	Leicestershire, Gloucestershire.
Trigonellites politus. (Phil.)	Argile d'Oxford, Yorkshire.
Pinna lanceolata. (Sow.)	Nord de la France.
— tetragona. (Sow.)	Dives, Calvados.
— mitis. (Phil.)	Yorkshire.
Modiola cuneata. (Sow.)	Yorkshire, centre et sud de l'Angleterre.
— pulchra. (Phil.)	Yorkshire.
— subcarinata. (Lam.)	Normandie.
— tulipea. (Lam.)	Nord de la France.
— pallida. (Sow.)	Récifs de Dunrobin, etc., Ecosse.
Trigonia costata. (Sow.)	Normandie.
— elongata. (Sow.)	
— cuspidata. (Sow.)	Ferrière, Haute-Saône.
— clavellata. (Sow.)	Dives, Calvados.
Nucula elliptica. (Phil.)	Yorkshire.
— nuda. (Y. et B.)	
— pectinata. (Sow.)	Normandie.
— claviformis. (Sow.)	Mont-Terrible; Besançon, Présenvillers, Doubs.

	Localités.
Cucullæa concinna. (Phil.) Isocardia tumida. (Phil.)	Yorkshire.
— concentrica. (Sow.)	Normandie.
— tener. (Sow.)	Wasseralfingen, Wurtemberg.
Cardium dissimile. (Sow.) Crassina carinata. (Phil.) — lurida. (Sow.) Corbis lævis. (Sow.) — ovalis. (Sow.) Lucina lyrata. (Phil.) Sanguinolaria undulata. Corbula curtansata. (Phil.) Amphidesma recurvum. (Phil.) Mya litterata. (Sow.) — depressa. (Sow.) Pholadomya obsoleta. (Phil.)	Yorkshire.
— ovalis. (Sow.)	Normandie.
— ambigua. (Sow.)	Dives, Calvados.

MOLLUSQUES.

Patella latissima. (Sow.)	Yorkshire, Centre et sud de l'Angleterre.
Trochus duplicatus. (Sow.)	Morre, près Besançon; Mont-Terrible.
— gibsii. (Sow.)	Dives, Calvados.
— guttatus. (Phil.)	Yorkshire.
Turbo sulcostomus. (Phil.) Turritella muricata. (Sow.)	Yorkshire.
— echinata. (De Buch.)	Mont-Terrible.
Rostellaria bispinosa. (Phil.)	Grès-calcaire et roches de Kelloway, Yorkshire.
— trifida. (Bean.)	Argile d'Oxford; Yorkshire.
— composita. (Sow.)	Weymouth.
Actæon retusus. (Phil.)	Yorkshire.
Nautilus hexagonus. (Sow.)	Yorkshire.
— sinuatus. (Sow.)	Normandie.

Bélemnites.

A. Canaliculées. *a.* Lancéolées.

Belemnites gracilis. (Phil.)	Yorkshire.
— semi-hastatus. (Blainv.)	Dives, Calvados; Gourgecourt, Orne.
— semi-sulcatus. (Munst.)	Percy-le-Grand, Hte-Saône; Saint-Amour, Jura; Mont-Terrible.

	Localités.
b. Conoïdes.	
Belemnites late-sulcatus. (Voltz.)	Mont-Terrible; Besançon; Présentvilliers, Doubs; Oiselay, Haute-Saône.
— canaliculatus. (Schlot.)	Haute-Saône.
— sulcatus. (Mill.)	Yorkshire.
B. non canaliculées. *C Conoïdes*.	
— excentricus. (Blainv.)	Vaches noires, Calvados.
AMMONITES.	
Famille des *Falciferi*.	
Ammonites fonticola. (Menke.) (Ziet., A. lanula.)	Haute-Saône et Doubs.
— Deluci. (Al. Brong.) Identique avec l'Am. binus. (Sow.) — comensis. (De Buch.)	Neuhausen.
Famille des *Amalthei*.	
— vertebralis. (Sow.) A. cordatus. (Sow.)	Yorkshire; Haute-Saône.
— excavatus. (Sow.)	Normandie.
— Lamberti. (Sow.)	Percey-le-Grand, Haute-Saône; Aarau, Suisse; Bamberg, Bavière.
— omphaloides. (Sow.)	Normandie.
— cristatus. (Defr.)	Haute-Saône; Guttemberg, Wurtemberg; Streitberg, Bavière.
— pustulatus. (De Haan et Rein.) M. de Dechen a placé aussi cette même espèce avec les mêmes indications dans la famille des Ornati (? ?).	Thurnau, Cobourg.
— funiferus. (Phil.) Peut-être variété de l'A. Lamberti. (Dechen.)	Yorkshire.
— acutus. (Sow.)	Normandie; Haute-Saône; Wasseralfingen, Wurtemberg.
Famille des *Capricorni*.	
— flexicostatus. (Phil.)	Yorkshire.
Famille des *Planulati*.	
— plicatis. (Sow.)	Yorkshire; Haute-Saône.
— comptus. (Rein.)	Donzdorf et Amberg.

	Localités.
Ammonites gracilis. (Munst.) Identique avec la précédente. (Dechen.)	Donzdorf, Wurtemberg.
— biplex. (Sow.)	Haute-Saône.
— plicomphalus. (Sow.) Identique avec l'A. mutabilis de Sow. (Dechen.)	Yorkshire; Normandie.
— Kœnigii. (Sow.)	Kelloway, Wilts, Yorkshire.
— annulatus. (Sow.) Peu différente de la précédente. (Dechen.)	Normandie.
— longidorsalis. (De Buch.)	Croisilles et les Moutiers, Calvados.

Famille des *Dorsati*.

— armatus. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre; Normandie; Haute-Saône.

Famille des *Coronarii*.

— Brackenridgii. (Sow.)	Caractéristique pour les Roches de Kelloway en Allemagne. (Dechen.)
— Vernoni. (Bean.) Identique avec la précédente. (Dechen.)	Yorkshire.
— coronatus. (Schlot.) Identique avec l'A. contractus. (Dechen.)	Nord de la France.
— Gowerianus. (Sow.)	Yorkshire.

Famille des *Macrocephali*.

— tumidus. (Rein.)	Vaches noires, Normandie.
— sublævis. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre, Yorkshire, Normandie; Schaffouse.

Famille des *Armati*.

— perarmatus. (Sow.)	Yorkshire; Normandie.
— athleta. (Phil.) Identique avec l'A. perarmatus ci-dessus. (Dechen.)	Yorkshire.
— Backeriæ. (Sow.)	Yorkshire; Vaches noires.
— Bifrons. (Phil.) Identique avec la précédente. (Dechen.) — lenticularis. (Phil.)	Yorkshire.

Famille des *Dentati*.

	Localités.
Ammonites calloviensis. (Sow.) Identique avec l'A. jason. (Dechen.)	Roches de Kelloway, caractéristique; Kelloway, Yorkshire; Beloretsk, près d'Orenbourg.
— Gulielmi. (Sow.) Jeunes individus de l'A. jason. (Dechen.)	Sud de l'Angleterre.
— Duncani. (Sow.)	Saint-Neots, Huntingdonshire; Yorkshire; centre et sud de l'Angleterre; Normandie; Haute-Saône.

Famille des *Ornati*.

— Pollux. (Rein.) Identique avec l'A. spinosus. (Sow., Dechen.)	Vaches noires, Calvados; Goslar, Thurnau.
— gemmatus. (Phil.) Identique avec la précédente. (Dechen.)	Yorkshire.

Famille des *Flexuosi*.

— oculatus. (Phil.)	Yorkshire.
— interruptus. (Schlot.)	Thurnau; Haute-Saône.

CRUSTACÉS.

Astachus rostratus. (Phil.)	Yorkshire.
Plusieurs autres espèces non déterminées.	Argile d'Oxford.

POISSONS.

Dapedium politum. (De la B.) [1]	Dives, Normandie.
Poissons. (Plaques, palais et dents de —.)	Yorkshire.

REPTILES.

Plesiosaurus..... Espèce non déterminée.	Argile d'Oxford; Stenay, Calvados.
Ichthyosaurus.... Espèce non déterminée.	Argile d'Oxford.
— Divers sauriens.	Yorkshire.

[1] Il est représenté (*Pl.* 17, *fig.* 1).

ÉTAGE INFÉRIEUR.

(Cornbrash. — Forest-marble. — Bradford-clay. — Great-oolite. — Fullers-earth. — Inferior oolite.

VÉGÉTAUX.

	Localités.
Algues.	
Fucoïdes furcatus. (Ad. Brong.)	Schiste de Stonesfield.
Equicétacés.	
Equisetum columnare. (Ad. Brong.)	Série carbonifère inférieure : Yorkshire ; Brora.
Fougères.	
Pachypteris lanceolata. (Ad. Brong.)	Yorkshire.
— ovata. (Ad. Brong.)	
Pecopteris Reglei. (Ad. Brong.)	Mamers.
— Desnoyersii. (Ad. Brong.)	
— polypodioides. (Ad. Brong.)	Yorkshire.
— denticulata. (Ad. Brong.)	
— Phillipsii. (Ad. Brong.)	
— Whitbiensis. (Ad. Brong.)	
— Williamsonis. (Ad. Brong.)	
— crenulata. (Ad. Brong.)	
— denticulata. (Ad. Brong.)	
Tæniopteris vittata. (Ad. Brong.)	
— latifolia. (Ad. Brong.)	
Sphænopteris hymenophylloides. (Ad. Brong.)	Stonesfield, Yorkshire.
— macrophylla. (Ad. Brong.)	Stonesfield.
Cycadées.	
Pterophyllum. Williamsonis.	Yorkshire.
Zamia longifolia. (Ad. Brong.)	
— pennæformis. (Ad. Brong.)	
— elegans. (Ad. Brong.)	
— Goldiæi. (Ad. Brong.)	
— acuta. (Ad. Brong.)	
— lævis. (Ad. Brong.)	
— Youngii. (Ad. Brong.)	
— Feneonis. (Ad. Brong.)	
— Mantelli. (Ad. Brong.)	
— pectinata. (Ad. Brong.)	Stonesfield.
— patens. (Ad. Brong.)	
Zamites Bechii. (Ad. Brong.)	Mamers.
— Bucklandii. (Ad. Brong.)	
— Lagotis. (Ad. Brong.)	
— hastata. (Ad. Brong.)	

	Localités.
Conifères.	
Thuytes divaricata. (Sternb.)	Stonesfield.
— expensa. (Sternb.)	
— acutifolia. (Ad. Brong.)	
— cupressiformis. (Sternb.)	
Taxites podocarpoides. (Ad. Brong.)	
Liliacées.	
Bucklandia squamosa. (Ad. Brong.)	Stonesfield.
Classe incertaine.	
Mamillaria Desnoyersii. (Al. Brong.)	Mamers.
ZOOPHYTES.	
Achilleum cheirotonum. (Goldf.)	Bayreuth.
Scyphia pertusa. (Goldf.)	
— milleporata. (Goldf.)	
Tragos patella. (Goldf.)	Wurtemberg et Suisse, Rabenstein, Heiligenstadt.
— sphærioides. (Goldf.)	Wurtemberg.
— tuberosum [1]. (Goldf.)	Rabenstein, Streitberg.
— pisiforme. (Goldf.)	Bradford.
Spongia clavaroides. (Lam.)	Wiltshire.
— Espèce non déterminée.	Yorkshire, centre et sud de l'Angleterre, Wiltshire.
Alcyonium, espèce non déterminée.	Normandie, Wilts.
Cnemidium rotula. (Goldf.)	Thurnau.
— capitatum. (Munst.)	Amberg.
— tuberosum. (Goldf.)	
Limnorea laminaris. (Lamx.)	Normandie.
Myrmecium hemisphæricum. (Goldf.)	Thurnau.
Gorgonia dubia. (Goldf.)	Glücksbrunn, Thuringe.
Millepora dumetosa. (Lamx.)	Normandie.
— corymbosa. (Lamx.)	
— conifera. (Lamx.)	
— pyriformis. (Lamx.)	
— macrocaule. (Lamx.)	
— straminea.	Yorkshire, Wiltshire, Mamers, Normandie.
Eschara alcyonium.	Environs de Caen.
Cellepora orbiculata. (Goldf.)	Bradford; Goubenans.
— echinata. (Goldf.)	
Retepora? —	Yorkshire.
Flustra, espèce non déterminée.	Wiltshire.

---

[1] *Limnoea lamellosa*, de Lamouroux, suivant M. Goldfuss.

	Localités.
Intricaria Bajocensis. (Defr.)	Mont-Terrible, Charriez, Gouhenans, Haute-Saône.
Ceriopora orbiculata. (Voltz.) — diadema. (Goldf.)	Charriez, Haute-Saône.
Caryophyllia truncata. (Lamx.) — Brebissonii. (Lamx.)	Normandie.
— convexa. (Phil.) — Semblable au C. cespitosa. (Ellis.)	Yorkshire.
— Semblable au C. flexuosa. (Ellis.)	Centre et sud de l'Angleterre.
Fungia orbulites. (Lamx.)	Normandie, Wiltshire.
Cyclolites elliptica. (Lamx.)	Centre et sud de l'Angleterre.
Turbinolopsis ochracea. (Lamx.)	Normandie.
Cyathophyllum tintinnabulum. (Goldf.)	Banz, Staffelstein, Bamberg.
— decipiens. (Goldf.)	Centre et sud de l'Angleterre ; Bouxwiller.
Astrea gracilis. (Munst.) — explanata.	Wurtemberg ; Saint-Pancré, près Metz.
— helianthoides. (Gold.) — confluens. (Gold.)	Béfort ; Metz.
— favosioides. (Smith.) — Semblable à l'A. Siderea.	Centre et sud de l'Angleterre.
Aulopora compressa. (Gold.) — dichotoma. (Goldf.)	Bouxwiller.
Entalophora cellarioides. (Lamx.)	Normandie.
Favosites, espèce non déterminée.	Mamers, Normandie.
Spiropora tetragona. (Lamx.)	Normandie.
— cæspitosa. (Lamx.)	Normandie, Wiltshire.
— elegans. (Lamx.) — intricata. (Lamx.)	Normandie.
Eunomia radiata. (Lamx.) Crysaora damæcornis. (Lamx.)	Normandie, Wiltshire.
— spinosa. (Lamx.)	Normandie.
Theonoa clathrata. (Lamx.) Idomenea triquetra. (Lamx.) Alecto dichotoma. (Lamx.) Berenicea diluviana. (Lamx.)	Normandie, Wiltshire.
Terebellaria ramosissima. (Lamx.)	Somerset, Normandie.
— Antilope. (Lamx.)	Normandie.
Cellaria Smithii. (Phil.)	Yorkshire.

RADIAIRES.

Cidaris vagans. (Phil.)	Yorkshire.
— ornata.	Nord de la France.

	Localités.
Cidaris (pointes de —).	Yorkshire ; sud de la France.
Echinus germinans. (Phil.)	Yorkshire.
Galerites depressus. (Lam.)	Besançon, Bouxviller.
— patela.	Barr, Bas-Rhin ; côte de Genivaux, près Metz.
Clypeaster pentagonalis. (Phil.)	Yorkshire.
Nucleolites columbarius.	Nord de la France.
Clypeus sinuatus. (Park.)	Yorkshire ; Normandie.
— clunicularis. (Smith.)	
— orbicularis. (Phil.)	Yorkshire.
Echinites, genres non déterminés.	Normandie.
Apiocrinites rotundus. (Miller.)	Ranville, Calvados ; Alsace.
— Pratii. (Gray.)	Somerset.
— subconicus. (Goldf.)	Bath.
Pentacrinites vulgaris.	Yorkshire.
— subangularis. (Miller.)	Centre et sud de l'Angleterre.
— cingulatus. (Munst.)	Streitberg, Rupt, Haute Saône, Chariez.
Ophiura Milleri. (Phil.)	Bridport.

ANNELIDES.

Serpula lacerata. (Phil.)	Yorkshire.
— intestinalis. (Phil.)	
— deplexa. (Bean.)	
— sulcata. (Sow.)	Bouxviller.
— triangulata. (Sow.)	Bradford.
— grandis. (Goldf.)	Bayreuth ; Wurtemberg.
— limax.	Bayreuth, Port en Bessin, Calvados.
— conformis. (Goldf.)	Bouxviller.
— convoluta. (Goldf.)	
— lituiformis. (Munst.)	Græfenberg, Bayreuth.
— tricarinata. (Gold.)	Bayreuth, Bouxviller, Metz.
— quinquangularis. (Gold.)	Bouxviller ; Mont-Terrible.
— quadrilatera. (Gold.)	Rabenstein ; Bouxwiller, Bas-Rhin ; et Bavillers, Haut-Rhin.
— vertebralis. (Gold.)	Bouxwiller ; Bavillers ; Port en Bessin, Calvados ; Mutenz, près Bâle ; Mont-Terrible.
— articulata.	
— quadristriata. (Gold.)	Bourgogne, Amberg.
— volubilis. (Munst.)	Oolithe ferrugineuse ; Rabenstein.
— substriata. (Munst.)	
— flaccida. (Munst.)	
— gordialis. (Schlot.)	Essert, Haut-Rhin.

	Localités.
Serpula filaria. (Gold.)	Graffenberg, Streitberg; argile de Bradford; Bouxwiller.
— socialis. (Gold.)	Bavière, Souabe, Bourgogne; Barr et Mittel-Bergheim, Bas-Rhin.
CONCHIFÈRES.	
Aptychus elasma. (Meyer.)	Hayange, Moselle [1].
Terebratula intermedia. (Sow.)	Yorkshire; centre et sud de l'Angleterre; Dundry.
— globata. (Sow.)	Yorkshire; environs de Bath; Normandie; Haute-Saône; Bouxviller, Bavilliers, Bas-Rhin, Béfort.
— ornithocephala. (Sow.)	Yorkshire; Dundry; Soleure; Bouxviller.
— ovata. (Sow.)	Yorkshire.
— obsoleta. (Sow.)	Wiltshire, Yorkshire; Normandie.
— ovoides. (Sow)	Normandie; Yorkshire, Braambury-Hills, Brora.
— digona. (Sow.)	Yorkshire, centre et sud de l'Angleterre, Dundry; Bradford; Wilts; Normandie; nord de la France.
— spinosa. (Townsend et Smith.)	Yorkshire, Bath; sud de l'Allemagne; Gundershoffen, Bas-Rhin; Charriez, Haute-Saône; Béfort; Mont-Terrible.
— trilineata. (Y et B.) — bidens. (Phil.)	Yorkshire.
— punctata. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre; sud de l'Allemagne.
— resupinata. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre: Bærendorf.
— acuta. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre.
— triplicata. (Phil.)	Villemainfroy, Haute-Saône; Saint-Pancré, Moselle.

[1] M. de Dechen ajoute ici, comme se rapportant au même genre, les espèces *Trigonellites antiquatus* et *T. politus* (Phil.), qui sont indiquées plus loin.

	Localités.
Terebratula tetraedra. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre; Mauriac, sud de la France.
— subrotunda. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre; environs de Bath; nord de la France; Mauriac, sud de la France.
— obovata. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre; environs de Bath.
— reticulata. (Sow.)	Argile de Bradford; centre et sud de l'Angleterre; Normandie.
— media. (Sow.)	Dundry; Écosse; environs de Bath; nord de la France.
— crumena. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre; Echterdingen.
— concinna. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre; environs de Bath; Normandie; Mauriac, Frome.
— biplicata. (Sow.) — tetrandra.	Normandie.
— coarctata. (Park.)	Normandie; nord de la France; Bath.
— plicatella. (Sow.)	Bridport; Normandie; Bavière; Hohenstein, Saxe.
— serrata. (Sow.) — truncata. (Sow.) — lata (Sow.) — dimidiata. (Sow.)	Normandie.
— bullata. (Sow.)	Normandie; Bridport, Dorset, Wiltshire; environs de Bath.
— sphæroïdalis. (Sow.)	Normandie; Dundry, Braikenridge.
— emarginata. (Sow.)	Normandie; environs de Bath.
— perovalis. (Sow.)	Dundry; Haute-Saône.
— maxillata. (Sow.)	Environs de Bath; Wiltshire.
— flabellula. (Sow.)	Ancliff, près Bradford, Wilts.
— furcata. (Sow.) — hemisphærica. (Sow.)	Ancliff.
— bicanaliculata. (Sow.)	Bavière; Wurtemberg.
— cornuta. (Sow.)	Ilminster, Bavière.
— avicularis. (Munst.)	Sud de l'Allemagne.
Orbicula granulata. (Sow.)	Ancliff, Wilts.

	Localités.
Lingula Beanii. (Phil.)	Yorkshire; Gundershoffen, Bas-Rhin.
Ostrea gregarea. (Sow.) — solitaria. (Sow.) — Marshii. (Sow.) — sulcifera. (Phil.)	Yorkshire; Haute-Saône.
— acuminata. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre; environs de Bath; nord de la France; Navenne, Haute-Saône; Mont-Terrible.
— crista-galli. (Schlot.) — eduliformis. (Schlot.) — pectiniformis. (Schlot.)	Oolithes ferrifères de l'Allemagne méridionale.
— rugosa. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre.
— costata. (Sow.)	Nord de la France; Basvillers, Haut-Rhin; Port-en-Bessin, Calvados; Bouxwiller, Béfort, Mutenz, près Bâle; Ancliff, près Bath; Mont-Terrible.
— obscura. (Sow.)	Ancliff, Wilts.
— Meadii. (Sow.)	Environs de Bath.
Exogyra : espèce non déterminée.	Wilts.
Gryphæa chamæformis. (Phil.)	Yorkshire, Sutherland.
— dilatata. (Sow.)	Yorkshire.
— incurva. (Sow.)	Nord de la France.
— cymbium. (Lam.)	Nord de la France; Villefranche; sud de la France; Haute-Saône; Moutiers, Calvados.
— lituola. (Lam.)	Nord de la France.
— minuta. (Sow.)	Ancliff, Wilts.
Plicatula spinosa. (Sow.)	Nord de la France.
Pecten abjectus. (Phil.)	Yorkshire; Nancy.
— demissus. (Phil.)	Yorkshire; Liverdun, Meurthe; Longwy, Moselle.
— lens. (Sow.)	Yorkshire; Dundry.
— vagans. (Sow.)	Luxembourg.
— fibrosus. (Sow.)	Yorkshire: centre et sud de l'Angleterre; Braambury-Hill, Brora, Wilts; Dives, Calvados; Mauriac; Bouxwiller, Soleure.
— virguliferus. (Phil.)	Yorkshire.
— æquivalvis. (Sow.)	Oolithe inférieure: centre et sud de l'Angleterre; les Moutiers, Calvados.

	Localités.
Pecten arcuatus. (Sow.)	Bergheim, Bas-Rhin; Metz, Hayange, Moselle.
— similis. (Sow.)	Haute-Saône.
— laminatus. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre.
— barbatus. (Sow.)	Dundry.
— vimineus. (Sow.)	Brora, Ecosse; Normandie; Rupt, Haute-Saône.
— obscurus. (Sow.)	Stonesfield, Mauriac; Nancy.
— annulatus. (Sow.)	Felmersham.
— marginatus.	Wasseralfingen.
— concinnus.	Minden, Prusse.
— rigidus. (Sow.)	Castle-Comb, Wiltshire; Bouxwiller, Bas-Rhin.
— personatus. (Gold.)	Vesoul; Moyeuvre, Moselle; Mont-Terrible; Amberg, Staffelstein; Franconie.
Plagiostoma rigidum. (Sow.)	Dundry.
— duplicatum. (Sow.)	Les Moutiers, Calvados; Dunrobin, Ecosse.
— rigidulum. (Phil.)	Yorkshire; Crune, Moselle.
— insterstinctum. (Phil.)	Yorkshire.
— cardiiforme. (Sow.)	Gloucestershire, Yorkshire, nord de la France.
— giganteum. (Sow.)	Yorkshire, Dundry; Haute-Saône; Bahlingen.
— obscurum. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre.
— punctatum. (Sow.)	Dundry; les Moutiers; Calvados; Rupt, Haute-Saône.
— ovale. (Sow.)	Mauriac, sud de la France.
— obliquatum. (Sow.)	Braambury-Hill, Brora; Inverbrora, Ecosse.
— acuticostatum. (Sow.)	Grès, calcaire et argile schisteuse: Inverbrora, Ecosse.
Lima rudis. (Sow.)	Yorkshire; Brora.
— proboscidea. (Sow.)	Yorkshire; Normandie, Bouxwiller, Soleure, Bâle.
— gibbosa. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre; Normandie; Jeniveaux, près Metz; Navenne, Echenoz, Haute-Saône.
— antiquata. (Sow.)	Sud de la France; Haute-Saône.

	Localités.
Lima heteromorpha. (Deslong.)	Les Moutiers, Calvados.
Avicula expansa. (Phil.)	Yorkshire; Gundershoffen, Bas-Rhin.
— Braamburiensis. (Sow.)	Braambury Hill, Brora, Yorkshire; Jenivaux, Moselle; Essert, Haut-Rhin; Crune, Moselle; Mont-Terrible.
— inæquivalvis. (Sow.)	Yorkshire, îles Hébrides; Portgower, Ecosse; environs de Bath, argile de Bradfort; Bahlingen, Gundershoffen, Bouxwiller; Normandie.
— echinata. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre, environs de Bath; Normandie; nord de la France; Navenne, Echenoz, Haute-Saône; Jenivaux, près Metz.
— digitata. (Deslongch.)	Caen.
— costata. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre, Dundry; Normandie, Rupt, Haute-Saône.
Gervillia aviculoides. (Sow.)	Dundry, Inverbrora.
— acuta. (Sow.)	Collyweston, Yorkshire.
— lata. (Phil.)	Yorkshire; fer oolithique du grès marneux: Wasseralfingen, Wurtemberg.
— pernoides. (Desl.)	Gundershoffen, Bas-Rhin; Saint-Vigor, Calvados.
— siliqua. (Desl.)	Normandie.
— Monotis.	
— costellata. (Desl.)	
Perna quadrata. (Sow.)	Yorkshire.
— isogonoides. (Gold.)	Wurtemberg
Pinna lanceolata. (Sow.)	Dundry.
— mitis. (Phil.)	Yorkshire. (Phil.)
— cuneata. (Bean.)	
— pinnigena.	Normandie.
Mytilus cuneatus. (Phil.)	Yorkshire.
— amplus.	Normandie.
— sublævis. (Sow.)	Angleterre.
Modiola imbricata. (Sow.)	Yorkshire.
— ungulata. (Y. et B.)	
— bipartita. (Sow.)	Brora, Ecosse.

	Localités.
Modiola cuneata. (Sow.)	Yorkshire, centre et sud de l'Angleterre; Inverbrora, Ecosse; Bouxwiller, Bas-Rhin; Bavière et Wurtemberg.
— pulchra. (Phil.)	Sutherland; Bouxwiller.
— plicata. (Sow.)	Yorkshire; les Moutiers, Calvados.
— aspera. (Sow.)	Yorkshire, centre et sud de l'Angleterre.
— hillana. (Sow.) — gibbosa. (Sow.)	Environs de Bath.
— livida. (Goldf.) — ventricosa. (Goldf.) Soleure.	Chauffour; Haute-Marne.
— inclusa. (Deslongchamps.)	Ranville, Normandie.
— parasitica. (Desl.)	Langrune, Normandie.
Saxicava phaseolus. (Desl.) — dispar. (Desl.)	Trouville, Normandie.
Lithodomus. Espèce non déterminée.	Nord de la France; environs de Bath.
Chama crassa. (Smith.)	Centre et sud de l'Angleterre.
Unio perigrinus. (Phil.)	Cornbrash du Yorkshire.
— abductus. (Phil.)	Yorkshire; Hayange, Knutange, Jenivaux, Moselle; Bouxwiller, Bas-Rhin.
— concinnus. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre, environs de Bath.
— crassiusculus. (Sow.)	Yorkshire.
— Listeri. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre.
— crassissimus. (Sow.)	Mauriac, Uzer; sud de la France.
Trigonia costata. (Sow.)	Yorkshire, Dundry, Bath; Normandie.
— clavellata. (Sow.)	Dundry, Ecosse; Haute-Saône.
— conjungens.	Yorkshire.
— striata. (Sow.)	Yorkshire, Dundry; Normandie.
— angulata. (Sow.)	Yorkshire; Frome, Somerset.
— gibbosa. (Sow.)	Normandie.
— duplicata. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre; Normandie.
— elongata. (Sow.)	Alsace.
— imbricata. (Sow.)	Ancliff, Wilts.
— cuspidata. (Sow.)	Rupt, Haute-Saône.
— pullus. (Sow.)	Ancliff.

	Localités.
Nucula variabilis. (Sow.)	Yorkshire; Ancliff, près Bath.
— lachryma. (Sow.)	Yorkshire; Bath; Bouxwiller.
— nucleus. (Deslongch.)	Caen.
— axiniformis. (Phil.)	Wiltshire.
— pectinata. (Sow.)	Yorkshire.
— mucronata. (Sow.)	Ancliff, Wilts.
Pectunculus minimus. (Sow.)	
— oblongus. (Sow.)	
Arca pulchra. (Sow.)	
— trigonella.	Wasseralfingen, Wurtemberg.
— elongata.	
— rostrata.	
Cucullæa oblonga. (Sow.)	Dundry; Thurnau.
— elongata. (Sow.)	Yorkshire.
— imperialis. (Bean.)	
— cylindrica. (Phil.)	
— cancellata. (Phil.)	
— reticulata. (Bean.)	
— minuta. (Sow.)	Ancliff, Wiltshire.
— rudis. (Sow.)	
Isocardia minima. (Sow.)	Yorkshire, Wiltshire.
— concentrica. (Sow.)	Yorkshire, Northamptonshire, Somerset; Hayange, Moselle; les Moutiers, Calvados.
— angulata. (Phil.)	Yorkshire.
— rostrata. (Sow.)	Gloucestershire, Yorkshire.
— tener. (Sow.)	Wasseralfingen, Wurtemberg.
Cardita similis. (Sow.)	Yorkshire, Dundry.
— lunulata. (Sow.)	Dundry, Normandie.
— striata. (Sow.)	Bath.
Cardium dissimile. (Sow.)	Brora, Ecosse.
— citrinoideum. (Sow.)	Cornbrasch du Yorkshire.
— cognatum. (Phil.)	Yorkshire.
— acutangulum. (Phil.)	
— semiglabrum. (Phil.)	
— incertum. (Phil.)	
— striatulum. (Phil.)	Inverbrora, Ecosse; Yorkshire.
— gibberulum. (Phil.)	Yorkshire.
— truncatum.	Inverbrora, Ecosse.
Myoconcha crassa. (Sow.)	Dundry, Brackenridge; Normandie.
Astarte cuneata. (Sow.)	Sud de l'Angleterre, Dundry.
— excavata. (Sow.)	Dundry; Normandie.

	Localités.
Astarte planata. (Sow.)	Normandie ; nord de la France.
— trigonalis. (Sow.)	Dundry.
— orbicularis. (Sow.)	Ancliff, Wiltshire.
— pulmila. (Sow.)	Ancliff, Wiltshire ; Calcaire de La Rochelle : Rupt, Haute-Saône.
— cordiformis.	Les Moutiers, Saint-Vigor, Calvados.
Crassina elegans. (Sow.)	Yorkshire ; Inverbrora.
— lurida. (Sow.)	Dundry.
— minima. (Phil.) ; ou Astarte minima.	Yorkshire.
Venus varicosa. (Sow.)	Felmersham.
Cytherea dolabra. (Phil.) Pullastra recondita. (Phil.) — oblita. (Phil.)	Yorkshire.
Donax Alduini. (Al. Brong.)	Nord de la France ; Saint-Vigor, Calvados.
Psammobia lævigata. (Phil.)	Yorkshire.
Lucina crassa. (Sow.)	Brora, Ecosse.
— despecta. (Phil.)	Yorkshire.
Sanguinolaria undulata. (Sow.)	Inverbrora, Ecosse.
Corbula depressa.	Yorkshire.
— obscura. (Sow.)	Brora.
Mactra gibbosa.	Normandie.
Amphidesma decurtatum. (Phil.)	Yorkshire ; Haute-Saône.
— securiforme. (Phil.)	Yorkshire.
— donaciforme. (Phil.)	Hayange et Knutange, Moselle.
— rotundatum. (Phil.)	Hayange, Moselle ; Béfort ; Bouxwiller.
Lutraria Jurassi. (Al. Brong.)	Ligny, Meuse.
Gastrochæna tortuosa. (Sow.)	Yorkshire.
Mya litterata. (Sow.) — depressa. (Sow.)	Inverbrora, Écosse.
— calceiformis. (Phil.) — dilata. (Phil.) — æquata. (Phil.)	Yorkshire.
— scripta.	Dundry, îles Hébrides, Ecosse ; Caen ; Alsace.
— angulifera. (Sow.)	Haute-Saône ; Bouxwiller ; environs de Bath.
Pholadomya Murchisoni. (Sow.)	Inverbrora ; Béfort.
— simplex. (Phil.)	Yorkshire ; Charriez, Haute-Saône ; Porentruy.

	Localités.
Pholadomya deltoidea. (Sow.)	Grès calcaire; Yorkshire; centre et sud de l'Angleterre.
— ovalis. (Sow.) — acuticostata. (Sow.) — nana. (Phil.)	Yorkshire.
— producta. (Sow.)	Yorkshire; centre et sud de l'Angleterre, Wiltshire.
— obliquata. (Phil.)	Yorkshire.
— fidicula. (Sow.)	Yorkshire, centre et sud de l'Angleterre; Dundry; environs de Bath, Soleure; Conflans, Haute-Saône; Hayange et Knutange, Moselle.
— obtusa. (Sow.) — ambigua. (Sow.)	Dundry.
— æqualis. (Sow.)	Weymouth; Normandie.
— Protei. (Cardium Protei, Al. Brong.)	Calcaire jurassique de La Rochelle. (Dufr.)
— clathrata. (Munst.)	Bavière; Hohenstein, Saxe.
Panopæa gibbosa. (Sow.)	Yorkshire, Dundry.

MOLLUSQUES.

Patella rugosa. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre; Normandie.
— ancyloides. (Sow.) — nana. (Sow.) Emarginula scalaris. (Sow.)	Ancliff, Wiltshire.
Pileolus plicatus. (Sow.)	Wiltshire.
Ancilla..... Espèce non déterminée.	Normandie.
Helicina polita. (Sow.)	Cropredy, Oxfordshire.
Auricula Sedgvici. (Phil.)	Yorkshire.
Melania Headingtonensis. (Sow.)	Yorkshire; Brora; Normandie.
— striata. (Sow.) — vittata. (Phil.)	Yorkshire.
— lineata. (Sow.)	Yorkshire, Dundry; Normandie.
Ampullaria..... Espèce non déterminée.	Centre et sud de l'Angleterre.
Nerita costata. (Sow.)	Yorkshire, Ancliff, Wiltshire.
— lævigata. (Sow.)	Oolite inférieure; Dundry; Lumachelle et grès calcaire: Portgower, etc., Ecosse.

	Localités.
Nerita minuta. (Sow.)	Ancliff, Wiltshire.
— sulcosa. (Zieten.)	Natheim, Wurtemberg.
Natica adducta. (Phil.) — tumidula. (Bean.)	Yorkshire.
Vermetus compressus. (Y. et B.) — nodus. (?) Delphinula..... Espèce non déterminée. Solarium calix. (Bean.) Cirrus cingulatus. (Phil.)	Yorkshire.
— depressus. (Sow.)	Yorkshire; argile de Bradford : Bouxwiller; Reichenbach, Aalen, Wurtemberg.
— nodosus. (Sow.) — Leachii. (Sow.)	Dundry.
— carinatus. (Sow.)	Wiltshire.
Pleurotomaria conoidea. (Desh.)	Normandie.
— ornata. (Defr.)	Dundry; Bayeux, Normandie.
— granulata (Defr.) Identique avec le Trochus arenosus ou granulatus de Sowerby, qui suit (Ziet.)	Stuifenberg, Wurtemberg; argile de Bradford : Bouxwiller, Bas-Rhin. (Voltz.)
Trochus arenosus. (Sow.)	Oolite coraline, grès calcaire, cornbrash, et oolite inférieure : Yorkshire : Normandie.
— tiara.	Dundry; Normandie.
— monilitectus. (Phil.) — bicertus. (Phil.) — pyramidatus. (Bean.)	Yorkshire.
— anglicus. (Sow.)	Yorkshire; centre et sud de l'Angleterre; Haute-Saône.
— angulatus. (Sow.) — dimidiatus. (Sow.) — duplicatus. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre.
— elongatus. (Sow.) — punctatus. (Sow.) — abbreviatus. (Sow.) — fasciatus. (Sow.) — prominens. (Sow.)	Dundry; Normandie.
— imbricatus. (Sow.) — reticulatus. (Sow.)	Oolite inférieure : Normandie.
— speciosus. (Munst.)	Hohenstein, Saxe; Bavière.
Rissoa lævis. (Sow.)	Grande oolite : Ancliff, Wiltshire.

	Localités.
Rissoa acuta. (Sow.) — obliquata. (Sow.) — duplicata. (Sow.)	Ancliff.
Turbo muricatus. (Sow.) — unicarinatus. (Bean.) — lævigatus. (Phil.)	Yorkshire.
— ornatus. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre; Normandie.
— obtusus. (Sow.)	Ancliff.
— quadricinctus. (Ziet.)	Stuifenberg, Wurtemberg.
Phasianella cincta. (Phil.)	Yorkshire.
Turritella muricata. (Sow.)	Portgower, Ecosse.
— cingenda. (Sow.) — quadrivittata. (Phil.)	Yorkshire.
Cerithium intermedium. — muricatum.	Minden; Mulhouse, Haut-Rhin.
Rostellaria composita. (Sow.) Actæon glaber. (Bean.) — humeralis. (Phil.)	Yorkshire.
— cuspidatus. (Sow.) — acutus. (Sow.) Buccinum unilineatum. (Sow.)	Ancliff.
Terebra granulata. (Phil.) — vetusta. (Phil.)	Yorkshire.
Teudopsis Agassizii. (?) Fossile voisin des Calmars.	Calcaire dans l'argile qui surmonte le lias supérieur : près Caen.

Belemnites.

A. **Canaliculées.** *a.* **Lancéolées.**

Belemnites fusiformis. (Miller.)	Stonesfield, Yorkshire; Saint-Vigor, Calvados.
— sub-hastatus. (Ziet.)	Stuifemberg, Wurtemberg. Saint-Vigor, Calvados.
— pusillus. (Munst.) — deformis. (Munst.)	Calc. comp. de l'Albe: Streitberg, Bavière.

b. **Conoïdes.**

— **canaliculatus. (Schlot.)**	Struifemberg, Wurtemberg; Bouxwiller, Bas-Rhin; Port en-Bessin, Calvados; Haute-Saône.
— **Altdorfiensis. (Blainv.)**	Altdorf; Rattweil, Wurtemberg.

	Localités.
Belemnites apliciconus. (Blainv.)	Dundry, près d'Oxford; Rattweil, Wasseralfingen, Wurtemberg; Saint-Vigor, les Moutiers (Calvados).
— sulcatus. (Mill.)	Inverbrora, Ecosse; Dundry; Saint-Vigor (Calvados).
— Blainvillii. (Voltz.) (B. acutus Blainv.)	Saint-Vigor, les Moutiers (Calvados).

B. Non canaliculées. *a.* Sommet simple ou à un sillon.

a. Lancéolées.

— dilatatus. (Blainv.)	Nord de la France, Saint-Vigor (Calvados).
— pistilliformis. (Blainv.) — ventro-planus. (Voltz.)	Saint-Vigor (Calvados).

C. Conoïdes.

— subdepressus. (Voltz.)	Saint-Vigor et les Moutiers (Calvados).
— abbreviatus. (Mill.)	Yorkshire.
— gigas. (Blainv.)	Bourgogne.
— Voltzii. (Munst.)	Gundershoffen; Rabenstein, Bavière; Gouhenans (Haute-Saône); Saint-Vigor et les Moutiers (Calvados).
— Munsteri. (Voltz.)	Saint-Vigor et les Moutiers (Calvados); Conflans (Haute-Saône).
— lævigatus. (Ziet.)	Saint-Vigor et les Moutiers (Calvados).
— breviformis. (Voltz.)	Conflans (Haute-Saône); Hayange (Moselle); Besançon.
— acutus. (Mill.) — conulus. (Munst.) — pyramidatus. (Ziet.)	Wurtemberg.
— unisulcatus.	Caen (Calvados); calcaire compacte de l'Albe Gross-Eislingen et Gruibingen, Wurtemberg.

b. Sommet à deux sillons dorsaux ou un sillon ventral.

a. Conoïdes.

— trisulcatus. (Ziet.)	Nord de la France.
— acuminatus. (Ziet.)	Stuifenberg.

	Localités.
Belemnites compressus. (Blainv.)	(Calvados); Hayange et Knutange (Moselle); Conflans (Haute-Saône); Stuifenberg; Yorkshire.
— paxilosus. (Voltz.)	Saint-Vigor et les Moutiers (Calvados).

ϵ. Cylindroïdes.

— gladius. (Blainv.)	Oberville (Calvados).
— pyramidalis. (Munst.)	Staffelstein, Bavière.

γ. Gigantesques.

— longus. (Voltz.)	Bouxwiller, Bas-Rhin; terre à foulon: Navenne, Haute-Saône.
— ellipticus. (Mill.)	Haute-Saône.
— aalensis. (Voltz.)	Aalen et Stuifenberg, Wurtemberg; Bayreuth.
— grandis. (Schübler.)	Stuifenberg.
— giganteus. (Schlot.) B. grandis.	Thurnau et Rabenstein, Bavière; les Moutiers (Calvados); Stuifenberg, Wurtemberg. (Ziet.)

Appendice.

— timidus. (Ziet.)	Stuifenberg.
— quinque sulcatus. (Blainv.)	Près de Schlatt, Wurtemberg.
— bipartitus. (Hartmann.)	Gruibingen, Wurtemberg.
— unicanaliculatus. (Hart.)	Donzdorf, Wurtemberg.
— bicanaliculatus. (Hart.)	Ganzlosen, Wurtemberg.
Nautilus lineatus. (Sow.)	Yorkshire, Dundry; Haute-Saône.
— obesus. (Sow.) — sinuatus. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre; Normandie.
— truncatus. (Sow.)	Normandie.
Hamites annulatus. (Desh.)	France; Bavière.
Scaphites refractus. (Ammonites refractus, Rein.)	Gamelshausen.

Ammonites.

Famille des *Falciferi.*

Ammonites canaliculatus. (Munst.)	Allemagne; Arau, Suisse; Bahlingen, Wurtemberg.
— Murchisonæ. (Sow.)	Iles Hébrides; Allington, près Bridport, Gundershoffen (Bas-Rhin); Wasseralfingen, Wurtemberg; près de Goslar.

	Localités.
Ammonites meandrus. (Rein.)[1]	Gamelshausen, Wurtemberg.
— læviusculus. (Sow.)	Dundry; Normandie.
— elegans. (Sow.)	Dundry; Uzer.
— depressus. (Bosc.)	Dundry, Angleterre; Bayeux (Calvados) 2.
— serpentinus. (Schlot.)	Haute-Saône.
— Strangwaysii. (Sow.) Espèce identique avec la précédente. (Ziet. et Dechen.)	Centre et sud de l'Angleterre.
— hecticus. (Rein.)	Gamelshausen, Wurtemberg.
— falcifer. (Sow.)	Dundry.
— striatulus. (Sow.) Présumée identique avec l'A. radians. (Dechen.)	Yorkshire, Wasseralfingen.
— elegans. (Sow.) (A. radians, Dechen.)	Dundry, Uzer; sud de la France.
— Walcotii. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre; Béfort, Haut-Rhin; Boll, Vurtemberg; Achelberg.

Famille des *Amalthei*.

— vertebralis. (Sow.)	Brora, Ecosse; Stuifenberg.
— quadratus. (Sow.)	Normandie.
— dentatus. (Dechen.) Présumée identique avec l'A. cristatus. (Dechen.)	Donzdorf, Wurtemberg.
— calcar. (Benz.) Présumée identique avec l'A. cristatus. (Dechen.)	Guttenberg, Wurtemberg.
— discus. (Sow.)	Wiltshire, Dundry, centre et sud de l'Angleterre; Normandie; Wasseralfingen, Spaichingen, Wurtemberg.
— jugosus. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre.
— acutus. (Sow.)	Normandie; Haute-Saône.
— Stokesii. (Sow.) Identique avec l'A. serrulatus, Ziet. (Dechen.)	Centre et sud de l'Angleterre; Haute-Saône.
— sigmifer. (Phil.) Identique avec l'A. vittatus. (Dechen.)	Haute-Saône.

[1] Cette espèce et les trois suivantes sont rapportées par M. de Dechen à l'*Ammonites Murchisonæ*.

[2] M. de Dechen rapporte à cette espèce d'Ammonites les *Nautilus angulites* et *Nautilus pictus* de Schlotheim.

Famille des *Planulati.*

	Localités.
Ammonites triplicatus. (Sow.)	Yorkshire.
— rotundus. (Sow.)	Normandie.
— polyplocus. (Rein.)	Très-caractéristique pour le calcaire jurassique en Allemagne.
— abruptus. (Stahl.) Identique avec la précédente. (Dechen.)	Eybach, Wurtemberg.
— planula. (Heyl.) Peut-être identique avec la suivante ou avec l'A. polyplocus. (Dechen.)	Donzdorf.
— polygiratus. (Rein.) — giganteus. (Sow.) — biplex. (Sow.)	Donzdorf, Randen; Normandie.
— multiradiatus. (Rang.)	Willibaldsburg, près Eichstædt.
— undulatus. (Stahl.) Identique avec l'A. Kœnigii. (Dechen.)	Eybach et Gustingen, Wurtemberg.
— annulatus. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre; sud de la France; Normandie; Cobourg.
— Brownii. (Sow.)	Dundry.
— Parkinsoni. (Sow.)	Bayeux; Wassetalfingen, Wisgoldingen et Bopfingen.
— communis. (Sow.)	Gamelshausen et Stuifenberg, Wurtemberg.

Famille des *Coronarii.*

— Blagdeni. (Sow.)	Yorkshire, Dundry; Normandie; Spaichingen et Metzingen.
— Brackenridgii. (Sow.)	Dundry; Normandie.
— annularis. (Rein.) Identique avec l'A. Brackenridgii. (Dechen.)	Gamelshausen, Wurtemberg.
— inæqualis. (Mérian.) Identique avec l'A. Brackenridgii. (Dechen.)	Bâle.
— contractus. (Sow.)	Dundry; Normandie.
— punctatus. (Stahl.) Identique avec l'A. dubius. (Dechen.)	Gamelshausen; Lorraine; Aveyron.
— Beckii. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre.
— humphresianus. (Sow.)	Sherborne, Dorsetshire.

Famille des *Macrocéphali.*

	Localités.
Ammonites sublævis. (Sow.) — Herveyi. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre ; environs de Bath.
— terebratus. (Phil.) Très-rapprochée de la précédente. (Dechen.)	Yorkshire.
— Banksii. (Sow.)	Oolite inférieure : Dundry ; Bâsle.
— Brocchii. (Sow.)	Dundry ; Haute-Saône.
— Gervillii. (Sow.) — Brongnartii. (Sow.)	Normandie.

Famille des *Dentati.*

— Gulielmi. (Sow.)	Gamelshausen.

Famille des *Ornati.*

— Pollux. (Rein.)	Gamelshausen.

Espèces non classées.

— Sowerbii. (Mill.)	Dundry.
— modiolaris. (Smith.)	Centre et sud de l'Angleterre.
— Deslonchampi. — vulgaris.	Nord de la France.
— corrugatus. (Sow.)	Dundry.
— decoratus. (Ziet.) — bipartitus. (Ziet.)	Guttemberg, Wurtemberg.
— bispinosus. (Ziet.)	Wasseralfingen, Wurtemberg.
— concavus. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre.
— complanatus. (Rein.)	Gamelshausen, Wurtemberg.
— instabilis. (Phil.)	Yorkshire.
— solaris. (Phil.)	Yorkshire, Boll, Wurtemberg.
— granulatus. (Brug.) — Reineckii. (Holl.)	Cobourg.
— gigas. (Ziet.)	Riedlingen sur le Danube.

CRUSTACÉS.

Astacus rostratus. (Phil.)	Yorkshire.
Changon Magnevillii. (Deslong.)	Calcaire de Caen.
Pagures (pinces appartenant à trois espèces non déterminées. (Deslong.)	Environs de Caen : *forest-marble.*

INSECTES.	Localités.
Coléoptères : (élytres appartenant à plusieurs genres, entre autres au Bupreste).	Stonesfield.
POISSONS.	
Tetragonolepis Bouei. (Agassiz.) — Leachi. (Agassiz) — Magnevilli. (Agassiz.) — Traillii. (Agassiz.)	Centre et sud de l'Angleterre.
Poissons (plaques, palais et dents de —).	Stonesfield.
Ichthyodorulites. (Buckl. et de la B.) Plusieurs genres non déterm.	Schiste de Stonesfield ; Normandie.
Ichthyocopros. (Buckl.)	Oolite inférieure : Normandie.
REPTILES.	
Pækilopleuron Bucklandi. (Deslongchamps.)	Caen.
Crocodiles...... (Cuv.)	Le Mans.
— Débris. Espèces non déterminées.	Stonesfield.
Teleosaurus cadomensis. (Geoffroy-Saint-Hilaire)	Caen
Megalosaurus Bucklandi.	Schiste de Stonesfield. (Buckl.)
— Espèces non déterminées.	Grande oolite : Normandie ; Besançon.
Pterodactylus Bucklandi.	Angleterre.
Plesiosaurus carinatus. (Cuv.)	Boulogne.
— pentagonus. (Cuv.)	Ballon et Chauffour.
— trigonus. (Cuv.)	Calvados.
Ichthyosaurus..... Espèce non déterminée.	Normandie ; Yorkshire.
Divers sauriens.	Yorkshire.
Tortue.	Schiste de Stonesfield. (Buckl.)
Mammifères.	
Didelphis Bucklandi.	Schiste de Stonesfield.
Oiseaux.	
Plusieurs débris appartenant à diverses espèces.	Stonesfield.

FORMATION LIASIQUE.

VÉGÉTAUX.

	Localités.
Cydacées.	
Zamites Beckii. (Ad. Brong.)	Lyme Regis.
— Bucklandii. (Ad. Brong.)	
Classes incertaines.	
Beaucoup de végétaux non décrits.	Lyme Regis.
ZOOPHYTES.	
Scyphia furcata. (Goldf.)	Essen : Allemagne septentrionale.
Cellepora orbiculata. (Goldf.)	Streitberg.
Ceriopora angulosa. (Goldf.)	Thurnau.
— alata. (Goldf.)	
— crispa. (Goldf.)	
— favosa. (Goldf.)	Streitberg.
— radiata. (Goldf.)	Thurnau.
— compressa. (Munst.)	
— clavata. (Goldf.)	
— dichotoma. (Goldf.)	Allemagne septentrionale.
Nullipora palmata. (Goldf.)	
Columnaria alveolata. (Goldf.)	Moyenvic.
Cyatophyllum mactra. (Goldf.)	Banz, Bamberg.
Polypifères. Genres non déterminés.	Lyme Regis.
RADIAIRES.	
Cidaris subangularis. (Goldf.)	Thurnau.
— maxima. (Munst.)	Hohenstein, Saxe.
— pointes de —.	Yorkshire.
Echinus lineatus. (Goldf.)	Nord de l'Allemagne.
— excavatus. (Lesk.)	
— nodulosus. (Munst.)	Bayreuth.
Eugeniacrinites pyriformis. (Munst.)	Thurnau.
— moniliformis.	
Pentacrinites vulgaris. (Schlot.)	Yorkshire.
— subangularis. (Miller.)	Centre et sud de l'Angleterre.
— briareus. (Mill.)	
— basaltiformis. (Mill.)	
— tuberculatus. (Mill.)	
— scalaris. (Goldf.)	Gundershoffen, Bas-Rhin.
— cingulatus. (Munst.)	Streitberg, Thurnau.
— pentagonalis. (Goldf.)	Streitberg, Thurnau, Boll.
— moniliferus. (Munst.)	Bayreuth.
— subsulcatus. (Munst.)	

	Localités.
Solanocrinites scrobiculatus. (Munst.)	Gundershoffen, Thurnau.
Ophiura Milleri. (Phil.)	Yorkshire.
Asterias arenicola. (Goldf.)	Minden, Prusse.

ANNÉLIDES.

Serpula capitata. (Phil.)	Yorkshire.
— tricristata. (Goldf.) — quinque cristata. (Munst.)	Banz.
— quinque sulcata. (Munst.)	Theta, Bayreuth.
— circinnalis. (Munst.)	Banz.
— complanata. (Goldf.)	Theta.
— planorbiformis. (Munst.) — macrocephala. (Goldf.)	Thurnau.
— flaccida. (Munst.)	Gundershoffen.

CONCHIFÈRES.

Aptychus imbricatus depressus. (Meyer.) — imbricatus profundus. (Meyer.)	Banz, Boll, Wurtemberg.
— bullatus. (Meyer.)	Banz, Bavière.
— elasma. (Meyer.)	Banz; Gundershoffen, Bas-Rhin.
Spirifer Walcotii. (Sow.)	Yorkshire; Normandie; îles Hébrides.
Delthyris[1] verrucosa. (De Buch.)	Bahlingen, Wurtemberg.
— rostrata. (Schlot.)	Wurtemberg.
Terebratula ornithocephala. (Sow.) — obsoleta. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre, Yorkshire; Normandie.
— trilineata. (Y. et B.)	Yorkshire.
— bidens. (Phil.)	Yorkshire; France, Meurthe.
— punctata. (Sow.)	Iles Hébrides, Ecosse.
— resupinata. (Sow.)	Yorkshire.
— acuta. (Sow.)	Yorkshire; Normandie; Wurtemberg.
— triplicata. (Phil.)	Yorkshire; Wurtemberg.
— tetraedra. (Sow.)	Yorkshire, Ecosse.
— crumena. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre; Echterdingen.
— serrata. (Sow.)	Lyme Regis.
— quadrifida.	Normandie.

[1] Le genre *Delthyris* de Dalmann est identique avec le genre *Spirifer* de Sowerby.

	Localités.
Terebratula numismalis. (Lam.)	Normandie; Bohlingen, Gonningen.
— orbicularis. (Sow.)	Bath
— inconstans. (Sow.)	Minden, prov. de Westphalie.
— bisuffarcinata [1]. (Schlot.) — pectunculus. (Schlot.) — subtriata. (Schlot.)	Thurnau.
— vulgaris. (Schlot.)	Minden; défilé de la Porta Westphalica.
— rimosa. (De Buch.)	Bahlingen.
— trilobata. (Munst.)	Minden.
Orbicula reflexa. (Sow.)	Yorkshire.
Ostrea læviuscula. (Sow.)	Angleterre.
Griphæa dilatata. (Sow.)	Normandie.
— incurva. (Sow.)	Yorkshire; Metz, Salins, Nancy, Vic.
— nana. (Sow.)	Nord de la France.
— Macculochii. (Sow.)	Iles Hébrides, Ecosse; environs de Bath; They, Meurthe.
— depressa. (Phil.)	Yorkshire.
— obliquata. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre; îles Hébrides; Ecosse; Bath; Bouxwiller, Bas-Rhin; Vic, Meurthe.
— cymbium. (Lam.)	Bahlingen; Seichamp, près Nancy.
— gigantea. (Sow.)	Sud de la France; Ross et Cromarty, Ecosse; Minden, Prusse; Hohenstein, Saxe.
Plicatula spinosa.	Yorkshire; Gundershoffen; Xaucourt, Meurthe; Châlons-Villars, Haute-Saône; Béfort.
Pecten lens. (Sow.) — sublævis. (Y. et B.)	Yorkshire.
— æquivalvis. (Sow.)	Yorkshire; Normandie, îles Hebrides, Ecosse.
— barbatus. (Sow.)	Normandie, envir. de Bath.
— consinnus.	Minden, Prusse.
— paradoxus. (Munst.)	Gundershoffen, Vesoul.
Plagiostoma duplicatum. (Sow.)	Bath; Angleterre.

[1] Identique avec la T. perovalis.

	Localités.
Plagiostoma giganteum. (Sow.)	Bath; Angleterre: Yorkshire, îles Hébrides, Ecosse.
— pectinoides. (Sow.)	Yorkshire, Ecosse.
— punctatum. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre; nord et sud de la France.
— sulcatum.	Sud de la France.
— Hermanni. (Voltz.)	Environs de Bath, Lyme Regis; Waldenheim, Bas-Rhin.
— concentricum. (Sow.)	Ross et Cromarty, Ecosse.
Posidonia Bronnii. (Goldf.)	Ubstadt près Bruchsal; Nancy; Boll, Wurtemberg.
— liasma. (Hœn)	Boll, Wurtemberg; Nancy: Alpes du Dauphiné.
Lima antiquata. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre.
Avicula inæquivalvis. (Sow.)	Lyme Regis, Yorkshire.
— echinata. (Sow.)	Yorkshire.
— cygnipes.	Iles Hébrides, Yorkshire.
— lanceolata. (Sow.)	Lyme Regis.
Inoceramus dubius. (Sow.)	Yorkshire.
Gervillia aviculoides. (Sow.)	Gundershoffen.
Perna mytiloides. (Lam.)	Gundershoffen, Prinzenheim, Bas-Rhin.
Crenatula ventricosa. (Sow.)	Yorkshire.
Pinna lanceolata. (Sow.)	Normandie.
— folium. (Y. et B.)	Yorkshire.
— granulata. (Sow.)	Ile de Skye.
Modiola scalprum. (Sow.)	Lyme Regis, Yorkshire; Vic, Meurthe; Charriez, Haute-Saône.
— cuneata. (Sow.)	Normandie; îles Hébrides, Ecosse.
— hillana. (Sow.)	Yorkshire.
— lævis. (Sow.) — depressa. (Sow.) — minima. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre.
— Espèce non déterminée.	Gundershoffen.
Unio concinnus. (Sow.) — abductus. (Phil.) — Listeri. (Sow.)	Yorkshire.
— crassissimus. (Sow.) Trigonia litterata. (Y. et B.)	Centre et sud de l'Angleterre; Normandie.
— costata. (Sow.) — navis (Lam.)	Gundershoffen.
— striata, (Sow.)	Sud de la France.
Nucula ovum. (Sow.)	Yorkshire

	Localités.
Nucula hammeri. (Defr.)	Gundershoffen, Mende.
— claviformis. (Sow.)	Sud de la France.
Arca. Espèce non déterminée.	Centre et sud de l'Angleterre.
Hippopodium ponderosum. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre, Yorkshire.
Isocardia tener. (Sow.)	Xaucourt, Meurthe.
Cardita striata. (Sow.)	Normandie.
Cardium truncatum. (Sow.) — multicostatum. (Bean.) Astarte cordiformis. (Dechen.) — minima. (Phil.)	Yorkshire.
— Voltzii.	Vesoul.
Cytherea trigonellaris. (Voltz.) — lucinea. (Voltz.) — cornea. (Voltz.)	Gundershoffen.
Corbis uniformis. (Phil.) Sanguinoloria elegans. (Phil.)	Yorkshire.
— Espèce non déterminée.	Ross et Cromarty, Ecosse.
Corbula cordioides. (Phil.) Amphidesma donaciforme. (Phil.) — rotundatum. (Phil.) Mya litterata. (Sow.) Pholadomya obliquata. (Phil.)	Yorkshire.
— fidicula. (Sow.)	Normandie.
— ambigua. (Sow.)	Gundershoffen, Soleure, Bahlingen.
— gibbosa.	Normandie, Soleure.

MOLLUSQUES.

Dentalium gigantum. (Phil.)	Yorkshire.
— cylindricum. (Sow.) Patella lævis. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre.
— discoides. (Schlot.) — papyracea.	Gundershoffen.
Helicina compressa. (Sow.) — expansa. (Sow.) — solarioides. (Sow.) Melania striata. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre.
Natica..... Espèce non déterminée.	Yorkshire.
Tornatilla..... Espèce non déterminée.	Centre et sud de l'Angleterre.
Pleurotomaria ornata. (Defr.)	Nord de la France.
Trochus anglicus. (Sow.)	Yorkshire, centre et sud de l'Angleterre.
— duplicatus. (Sow.)	Fallon, Haute-Saône; Gundershoffen, Bas-Rhin.

	Localités.
Trochus imbricatus. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre; sud de la France; Soleure.
Turbo undulatus. (Phil.)	Yorkshire.
— arnatus. (Sow.) Cerithium..... Espèce non déterminée.	Gundershoffen.
Rostellaria..... Espèce non déterminée. Actæon..... Espèce non déterminée.	Yorkshire.

Bélemnites.

A. Canaliculées. *a.* Lancéolées.

Belemnites hastatus. (Blainv.)	Angleterre.
— semi-hastatus. (Blainv.)	Gamelshausen, Wurtemberg.

b. Conoïdes.

— Blainvillii. (Voltz.) B. acutus. (Blainv.)	Stuifenberg, Wurtemberg.

B. Non canaliculées. Sommet simple ou à un sillon.

a. Lancéolées.

— dilatatus (Blainv.)	Gundershoffen; Béfort.
— pistilliformis. (Blainv.)	Sud de la France; Gundershoffen; Béfort; Thurnau; Amberg, Bavière.
— clavatus. (Schlot.)	Mistelbach; Amberg.
— subclavatus. (Voltz.)	Gundershoffen; Boll, Amberg.
— ventro-planus. (Voltz.)	Béfort.
— teres. (Ziet.)	Gosbach, Wurttemberg.
— umbilicatus. (Blainv.)	Bayeux, Normandie.
— carinatus. (Ziet.)	Boll, Wurtemberg.

b. Conoïdes.

— subdepressus. (Voltz.)	Gundershoffen; Béfort; Theta, Bavière; Schremberg, Wurtemberg.
— pygmæus. (Ziet.) Caractéristique du lias supérieur.	Boll, Wurtemberg.
— digitalis. (Voltz.) *Idem.* — irregularis. (Schlot.) Variété de l'espèce précédente. Caractéristique du lias supérieur.	Nancy; Gundershoffen; Boll, Banz.
— intermedius. (Munst.) *Idem.*	Boll; Banz; Mistelgau, Wurtemberg.

	Localités.
Belemnites abbreviatus. (Mill.)	Ross et Cromarty, Ecosse.
— elongatus. (Mill.)	Yorkshire ; Wasseralfingen, Wurtemberg.
— longissimus. (Mill.)	Bath, Angleterre ; Boll, Wurtemberg.
— Munsteri. (Voltz.)	Gundershoffen ; Eckersdorf et Ellingen, Bavière.
— lævigatus. (Ziet.)	Boll, Wurtemberg.
— breviformis. (Voltz.)	Gundershoffen ; Béfort.
— coniformis. (Munst.)	Mistelgau, Bavière ; Boll, Wurtemberg.
— acutus. (Mill.)	Bavière.
— conulus. (Munst.)	Gundershoffen.
— pyramidatus. (Ziet.)	Gross, Eislingen, Wurtemberg.
— unisulcatus. (Ziet.)	Mende, Lozère ; Uhrweiler, Bas-Rhin.
— subtetragonus.	Banz ; Altdorf.

Cylindroïdes.

— acuarius. (Blainv.)	Lyme Regis, Angleterre, Altfort.
— tenuis. (Munst.)	Altfort, Bavière ; Lodève, Mende.

Sommet à deux sillons dorsaux ou un sillon ventral.

a. *Conoïdes.*

— subaduncatus. (Voltz.)	Gundershoffen, Bas-Rhin ; They, Meurthe ; Boll, Wurtemberg.
— aduncatus. (Mill.)	Weymouth, Lyme Regis.
— apicicurvatus. (Blainv.)	Lyme Regis ; Pouilly en Auxois ; Boll, Wurtemberg.
— incurvatus. (Ziet.)	Boll, Wurtemberg.
— rostriformis. (Theodor.) Probablement identique avec le B. rostratus. (Ziet.)	Banz, Franconie ; Gundershoffen, Bas-Rhin.
— trisulcatus. (Ziet.)	Gundershoffen ; Lodève.
— trifidus. (Voltz.)	Gundershoffen, Uhrweiler, Bas-Rhin.
— tripartitus. (Blainv.)	Altdorf, Ættingen.
— compressus. (Blainv.) — bisulcatus. (Ziet.)	Gundershoffen, Boll.
— paxillosus. (Voltz.)	Gundershoffen, Béfort ; pays de Bade ; Boll, Wurtemberg.

	Localités
Belemnites crassus. (Voltz.)	Besançon ; Gross-Eislingen.
— quadrisulcatus. (Ziet.)	Gross Eislingen, Wurtemberg

b. *Cylindroïdes.*

— longisulcatus. (Voltz.)	Wasseralfingen, Wurtemberg.
— gracilis. (Ziet.)	Boll, Wurtemberg ; Montpellier.
— substriatus. (Munst.)	Banz, Franconie.
— acuarius. (Schlot.) — propinquus. (Munst.)	Banz ; Altdorf.
— turgidus. (Ziet.)	Göppingen, Wurtemberg.
— oxyconus. (Ziet.)	Boll, Wurtemberg.
— tricanaliculatus. (Ziet.) — quadracanaliculatus. (Ziet.)	Stuifenberg.
— pyramidalis. (Munst.)	Staffelstein, Bavière.

Appendice.

— papillatus. (Phimenger.)	Boll, Wurtemberg.
— quinquecanaliculatus. (Hart.)	Göppingen, Wurtemberg.
Orthoceratites elongatus[1]. (De la B.)	Lyme Regis.
Nautilus lineatus. (Sow.)	Yorkshire ; Boll.
— astacoides. (Y. et B.) — annularis. (Phil.)	Yorkshire.
— intermedius. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre.
— truncatus. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre ; Normandie.
Hamites. Espèce non déterminée.	Zell, près Boll, Wurtemberg.
Scaphites bifurcatus. (Hart.)	Göppingen, Wurtemberg.

Ammonites.

Famille des *Arietes.*

Ammonites Bucklandi. (Sow.)	Yorkshire ; Normandie ; Wurtemberg.
— Conybeari. (Sow.)	Yorkshire, îles Hébrides ; Gundershoffen.
— Turneri. (Sow.)	Watchet et Wymondham-Abbey, Yorkshire ; sud de la France ; Wurtemberg.

1 M. Dechen regarde cette Orthocératite comme une alvéole de Bélemnites. Ce serait en effet le seul exemple d'une Orthocératite dans le Lias.

	Localités.
Ammonites Brookii. (Sow.)	Lyme Regis ; Tubingen.
— Smithii. (Sow.)	Sommersetshire.
— rotiformis. (Sow.)	Yeovil, Bath.
— kridion. (Rein.)	Stuttgart.
— obtusus. (Sow.)	Yorkshire; Centre et sud de l'Angleterre.
— stellaris. (Sow.)	Bath ; Lyme Regis ; Normandie.
— multicostatus. (Munst.)	Bath.

Famille des *Falciferi*.

— opalinus. (Rein.)	Gundershoffen.
— elegans. (Sow.)	Yorkshire; Normandie; Wurtemberg.
— serpentinus. (Schlot.)	Gundershoffen.
— Strangwaysii. (Sow.) Espèce identique avec la précédente. (Dechen et Zeit.)	Normandie.
— falcifer. (Sow.)	Normandie ; Reichembach, Boll, Heiningen, Wurtemberg.
— radians. (Rein.)	Heiningen, Boll, Wurtemberg.
— striatulus. (Sow.) Présumée identique avec la précédente.	Yorkshire, Wasseralfingen.
— elegans. (Sow.) Présumée identique avec l'A. radians. (Dechen.)	Wurtemberg.
— mulgravius. (Y. et B.) — Lythensis. (Y. et B.) Identique avec la précédente. (Dechen) — balteatus. (Phil.) Identique avec l'A. mulgravius. (Dechen.)	Yorkshire.
— Walcotii. (Sow.) — murchisonæ. (de Buch.)	Centre et sud de l'Angleterre; Yorkshire; Normandie; sud de la France; Béfort, Haut-Rhin; Boll, Wurtemberg.
— ovatus. (Y. et B.) — exaratus. (Y. et B.)	Yorkshire.
— planorbiformis. (Munst.)	Bavière.

Famille des *Amalthei*.

— excavatus. (Sow.)	Normandie.
— Greenoughii. (Sow.) — Loscombi. (Sow.) Variété de la précédente. (Dechen.)	Centre et sud de l'Angleterre; Lyme Regis.

	Localités.
Ammonites acutus (Sow.)	Iles Hébrides, Ecosse.
— costulatus. (Rein.) Variété de la précédente. (Dechen.)	Wasseralfingen, Wurtemberg.
— Stokesii. (Sow.) Identique avec l'A. serrulatus. (Dechen.)	Sud de la France : Normandie ; Wurtemberg.
— rotula. (Sow.) Variété de la précédente (Dechen.)	Gamelshausen, Wurtemberg.
— vittatus. (Y. et B.) Variété de l'A. Stokesii. (Dechen.)	Yorkshire.
— sigmifer. (Phil.) Identique avec la précédente. (Dechen.)	Yorkshire ; Wurtemberg.
— colubratus. (Munst.)	Vaichingen, Dünkelsbühl.
— Johnstonii. (Sow.)	Watchet, Somerset, Bath.
— clevelandicus. (Y. et B.) — crenularis. (Phil.)	Yorkshire.
— heterophyllus. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre ; Yorkshire ; Grafenberg.

Famille des *Capricorni*.

— planicostatus. (Sow.) Identique avec l'A. capricornus. (Dechen.)	Centre et sud de l'Angleterre; Yorkshire; Amberg, Altdorf, Bahlingen.
— maculatus. (Y. et B.)	Yorkshire.
— angulatus. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre; Yorkshire.
— anguliferus. (Phil.) Peut-être identique avec la précédente.	Yorkshire.
— scutatus. (De Buch.)	Göppingen, Banz, près Bamberg.
— natrix. (Schlot.)	Bahlingen ; Brunswick.
— fimbriatus. (Sow.)	Lyme Regis, Yorkshire, centre et sud de l'Angleterre ; Normandie ; Wurtemberg.
— Jamesoni. (Sow.)	Iles Hébrides, Ecosse, Yorkshire.

Famille des *Planulati*.

— comptus. (Rein.)	Gundershoffen.
— giganteus. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre.
— biplex. (Sow.)	Ross, Cromarty, Ecosse.
— bifurcatus. (Schlot.)	Wasseralfingen.
— Kœnigii. (Sow.)	Charmouth, îles Hébrides.
— undulatus. (Stahl.) Identique avec la précédente. (Dechen.)	Gamelshausen.

	Localités.
Ammonites annulatus. (Sow.) Diffère peu de l'A. Kœnigii.	Yorkshire; Moritzberg, près Nuremberg; Boll, Wurtemberg.
— Parkinsoni. (Sow.)	Somerset; Hohenstein, Saxe; Hohenstoffen, Wurtemberg.
— communis. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre; Yorkshire; îles Hébrides; Soleure; Gamelshausen et Stuifenberg, Wurtemberg.
— tenui-costatus. (Y. et B.) fort analogue à la précédente. — crassus. (Y. et B.)	Yorkshire.
— funicularis. (De Buch.)	Vic, Meurthe.

Famille des *Dorsati*.

— armatus. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre, Bath.
— Davæi. (Sow.)	Lyme Regis; Wassaralfingen, Wurtemberg.
— fibulatus. (Sow.) — sub-armatus. (Sow.)	Yorkshire.

Famille des *Coronarii*.

— dubius. (Schlot.)	Gamelshausen, Wurtemberg.
— Bechii. (Schlot.)	Lyme Regis; Cobourg, Rottweil, Bahlingen.
— Humphresianus. (Sow.)	Sud de la France.
— Bollensis. (Ziet.) Identique avec la précédente. (Dechen.)	Boll, Wurtemberg.

Famille des *Armatii*.

— biarmatus. (Sow.) Identique avec l'A. perarmatus. (Dechen.)	Göppingen, Wurtemberg; Saxe, Bavière.
— lævigatus. (Sow.) Identique avec l'A. Backeriæ. (Dechen.)	Lyme Regis.
— Birchii. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre, Lyme Regis; Göppingen, Wurtemberg.

Famille des *Dentati*.

— jason. (Rein.)	Gamelshausen, Wurtemberg.

Les Ammonites qui suivent n'ont pas été assez étudiées pour que l'on puisse déterminer à quelles familles elles appartiennent.

	Localités.
Ammonites Subcarinatus. (Y. et B.)	Yorkshire.
— Henleii. (Sow.)	Centre et sud de l'Angleterre; Yorkshire.
— septangularis. (Y. et B.) — heterogenius. (Y. et B.) — gagateus. (Y. et B.) — arcigerens. (Phil.)	Yorkshire.
— Brevispina. (Sow.)	Iles Hébrides; Yorkshire.
— erugatus. (Bean.) — nitidus. (Y. et B.) — geometricus. (Phil.) — hawskerensis. (Y. et B.)	Yorkshire.
— latecostatus. (Sow.)	Lyme Regis; Zell, près Boll, Wurtemberg.
— ammonius. (Schlot.)	Altdorf; Gundershoffen, Bas-Rhin.
— denticulatus. (Ziet.) — raricostatus. (Ziet.)	Boll.
— torulosus. (Schübler.)	Stuifenberg.
— obliquecostatus. (Ziet.)	Kaltenthal, près Stuttgart.
— insignis. (Schübler.)	Reichenbach.
— obliqueinterruptus. (Schübl.)	Wasseralfingen.
— polygonius. (Ziet.)	Zell, près Boll.
— discoides. (Ziet.)	Reichenbach.
— æquistriatus. (Ziet.)	Boll, Zell et Ohmden, Wurtemberg.
— concavus. (Sow.)	Yorkshire; Normandie; Cobourg.
— decipiens.	Normandie.
— Knorrianus. (de Haan.)	Boll, Wurtemberg.
— Leachi. (Sow.)	Gamelshausen, Wurtemberg.
— planorbis (Sow.)	Watchet, Somerset.
— subfurcatus. (Schlot.)	Göppingen, Wurtemberg.
Teudopsis Agassizii. (Deslonchamps.) — Bunelii. (Deslonch.) — Caumontii. (Deslonch.)	Lias ? des environs de Caen.
Restes de Sepia avec poches à encre conservées.	Lyme Regis; Boll, Banz, Culmbach.
Rhyncolithes ou becs de Sepia.	Lyme Regis, près Bristol.

CRUSTACÉS.

Astacus..... Plusieurs espèces. Palinurus..... Plusieurs espèces.	Angleterre.
Crustacea. Genres non déterminés.	Centre et sud de l'Angleterre; Lyme Regis.

	Localités.
POISSONS.	
Dapedium politum. (De la B. [1])	Lyme Regis ; Normandie.
Uræus gracilis. (Agassiz.) Sauropsis latus. (Agassiz.)	Wurtemberg.
Ptycholepis bollensis. (Agassiz.)	Boll, Wurtemberg.
Semionotus leptocephalus. (Agassiz.)	Zell, près Boll, Wurtemberg.
Lepidosteus gigas. (Agassiz.)	Ohmden, près Boll, Wurtemberg.
— frondosus. (Agassiz.)	Zell, près Boll, Wurtemberg.
— ornatus. (Agassiz.)	Wurtemberg.
Leptolepis Bronnii. (Agassiz.)	Neidingen, près Donaueschingen, Wurtemberg.
— Jœgeri. (Agassiz.)	Zell, près Boll, Wurtemberg.
— longus. (Agassiz.)	Boll, Wurtemberg.
Polydophorus pusillus. (Agassiz.) — limbatus. (Agassiz.)	Wurtemberg.
Cyprinus coryphænoides. (Bronn.)	Donaueschingen.
Tetragonolepis heteroderma. (Agassiz.)	Zell, Wurtemberg.
— semicinctus. (Bronn.)	Wurtemberg.
— polidotus. (Agassiz.)	Zell, Wutemberg.
— Traillii. (Agassiz.)	Angleterre ; sud de l'Allemagne.
— altivelis. (Agassiz.)	Sud de l'Allemagne.
Poissons. Espèces non déterminées.	Lyme Regis, Barow, Leicestershire.
Ichthyodorulites. (Buckl. et de la B.)	Lyme Regis ; centre et sud de l'Angleterre.
Poissons. (Plaques, palais et dents de —.)	Lyme Regis ; Somersetshire.
Ichthyocopros.	Centre et sud de l'Angleterre.
REPTILES.	
Pterodactylus macronyx. (Buckl.)	Lyme Regis ; Banz, Bavière.
Crocodilus bollensis. (Jœg.)	Boll, Wurtemberg.
— brevirostris.	Altdorf.
— priscus. (Sœmmering.)	Banz.
Crocodile. Débris d'espèces non déterminées.	Yorkshire, Lyme Regis, Angleterre.
Macrospondylus bollensis. (Meyer.) Geosaurus bollensis. (Jœg.)	Boll, Wurtemberg.
Plesiosaurus, dolichodeirus. (Conyb.) — macrocephalus. (Conyb.)	Lyme Regis.

[1] Voyez *Pl.* 7, *fig.* 1.

	Localités.
Plesiosaurus..... Espèce non déterminée.	Nord de l'Irlande; Whitby.
Mastodonsaurus Jœgeri.	Allemagne.
Ornithocephalus Munsteri.	Banz, Bavière.
Ichthyosaurus communis (De la B.) — platyodon. (De la B.)	Lyme Regis, Angleterre; Boll, Wurtemberg.
— tenuirostris (De la B.) — intermedius. (Conyb.)	Lyme Regis; Boll.
— coniformis. (Harlan.)	Bristol.
— Espèce non déterminée. Coprolithes d'Ichthyosaurus. (Ichthyosauro-copros, Buckl.)	Yorkshire; Banz.
Tortue. (Bluckl.)	Angleterre.

GRÈS DU LIAS.

VÉGÉTAUX.

Clathropteris meniscoides. (Ad. Brong.)	Hör, en Scanie; St-Etienne, Vosges.
Glossopteris Nilssoniana. (Ad. Brong.)	Hör, Scanie.
Pecopteris agardhiana. (Ad. Brong.)	Hör.
Teniopteris vittata.	Hör; dans les marnes irisées, à Neuewelt, près Bâle.
Marantoidea arenaria. (Jœger.)	Stuttgart.
Lycopodites patens. (Ad. Brong.)	Hör.
Pterophyllum Jœgeri. (Ad. Brong.)	Stuttgart.
— dubium. (Ad. Brong.) Nilssonia brevis. (Ad. Brong.)	Hör.

MOLLUSQUES.

Belemnites Aalensis. (Voltz.)	Aalen, Wurtemberg.
Tellina striata. (Hœninghausen.)	Vic. (Meurthe.)
Turritella echinata.	Banz.
Plusieurs autres coquilles indéterminées.	Diverses localités de l'Allemagne.

CHAPITRE III.

TERRAIN KEUPRIQUE,
OU
TERRAIN TRIASIQUE.

Comprenant :
- La plus grande partie du Groupe du grès rouge, de M. de la Bèche ;
- En partie la Formation du grès bigarré, de M. A. Boué ;
- Le terrain keuprique, de M. d'Omalius d'Halloy et de M. A. Boué ;
- Le terrain triasique de la 2e édition des *Élémens de géologie* de M. d'Omalius d'Halloy ;
- Une partie du terrain vosgien, de M. Rozet ;
- Les *terrains ysémiens*, abyssiques du keuper, abyssiques conchyliens, et abyssiques pæciliens, de M. Al. Brongniart.

Les marnes sur lesquelles repose le lias sont appelées en français *marnes irisées* ou bigarrées, en anglais *red marl*, en allemand *keuper*. Ce dernier nom, par la raison qu'il est univoque, est propre a être pris adjectivement pour désigner le terrain que nous allons étudier : on peut donc nommer celui-ci *terrain keuprique*.

Toutefois ce terrain étant exactement le même que celui que M. Alberti a désigné sous le nom de *triasique* [1], comme pour indiquer qu'il se compose de *trois* formations : le *keuper*, le *muschelkalk* et le *bunter sandstein* (grès bigarré), nous adoptons aussi la dénomination de *terrain triasique*, afin de nous conformer à un usage introduit depuis peu dans le langage scientifique, par MM. d'Omalius d'Halloy et Boué. Celui-ci même, à l'exemple de M. Alberti, dit le *trias* comme on dit le *lias*.

Cependant la dénomination proposée par M. Alberti, et le groupement de formations et de roches qu'elle comprend, n'ont point été aussi promptement adoptés en Allemagne qu'en France. Le savant M. de Léonhard, dans son traité de géognosie et de géologie [2], employe une classification qui diffère de celles généralement admises à partir des ter-

[1] *Monographie der bunten Sandstein*, *muschelskalk und keuper*; von F. von Alberti. Stuttgart, 1834.

[2] *Lehrbuch der geognosie und geologie;* von Karl, Cæsar von Leonhard. Stuttgart, 1835.

rains inférieurs au terrain crétacé. Ainsi les Anglais comprennent dans le même terrain, ainsi que nous l'avons fait, l'*oolithe* et le *lias;* M. de Léonhard fait un seul groupe du *lias* et du *keuper*, et un autre groupe du *muschelkalk* et du *bunter sandstein.*

Ces différences dans le groupement des formations cesseront indubitablement, lorsque les caractères zoologiques qui peuvent servir à les distinguer, auront été déterminés d'une manière précise.

D'après ce que nous avons dit au commencement de cet article, on voit que le *terrain keuprique* ou *triasique* se divise naturellement et presque partout où il existe, en trois formations distinctes, bien qu'elles se lient intimement. Chacune de ces parties présente une telle concordance de développement; leur association est tellement intime, que l'une d'elles n'acquiert jamais une grande puissance, sans que les deux autres ne soient ordinairement représentées.

FORMATION KEUPRIQUE.

Comprenant :

- Les marnes irisées, de plusieurs géologistes ;
- Le *red marl* des Anglais ;
- L'*oberer keuper-sandstein* (le grès supérieur du keuper), de M. de Léonhard ;
- L'*oberer keuper-mergel* (la marne supérieure du keuper), *idem ;*
- Le *mittlerer thoniger keuper-sandstein* (le grès argileux moyen du keuper), du même auteur ;
- Le *mittlerer keuper-mergel* (la marne moyenne du keuper), *idem ;*
- Le *keuper-gyps* (le gypse du keuper), *idem ;*
- L'*unterer keuper-mergel* (la marne inférieure du keuper), *idem ;*
- L'*unterer thoniger keuper-sansdstein* (le grès argileux inférieur du keuper) , *idem ;*
- Le gypse avec anhydrite et sel gemme, *idem.*

Nous donnons le nom de *formation keuprique* à la partie du terrain keuprique ou triasique, comprenant le *keuper* ou les marnes irisées.

Les caractères généraux de cette formation, sont d'être composée de marnes argileuses jaunes, rouges, verdâtres, bleuâtres, grisâtres, alternant avec des grès composés de grains de quarz, réunis par un ciment argileux ou marneux, rougeâtre ou grisâtre.

Les roches subordonnées à ces marnes sont, dans les parties supérieures et moyennes, des grès quarzeux tantôt

à ciment siliceux et tantôt à ciment calcaire ; et dans les parties inférieures quelques calcaires marneux. On y remarque fréquemment des grès grossiers feldspathiques, et des calcaires magnésiens, contenant souvent du silex corné comme aux environs de Cobourg.

Quelquefois, suivant M. A. Boué, on y trouve des brèches marneuses endurcies, comme à Tubingue dans le Wurtemberg ; des lits de marnes calcaires, divisées en parties conoïdes enchâssées, que les Allemands nomment *Nagelkalk* ou *tutenmergel;* de l'argile à potier et des grès quarzeux blancs un peu micacés, renfermant des débris de végétaux, comme aux environs de Gotha et de Luxembourg.

Les marnes irisées contiennent souvent des amas ou de petits filons de gypse, principalement dans leurs couches moyennes et inférieures. Dans certaines contrées les couches inférieures renferment des marnes salifères et même des bancs de sel gemme.

Parmi les minéraux disséminés dans la formation keuprique, on cite, dans les couches marneuses, le fer sulfuré triglyphe, comme dans le territoire de Lippe-Detmold, et dans le grès feldspathique des nids de plomb carbonaté et phosphaté, comme aux environs de Vilseck et de Pressath en Bavière ; du fluore, comme à Royat près de Clermont, du cuivre carbonaté comme à Chessy près de Lyon, et du manganèse oxidé comme à la Romanèche.

La strontiane sulfatée, le savon de montagne (*berg seife*), substance minérale voisine de l'halloysite ; enfin, des grès marneux à rhomboïdes calcaires, comme ceux de Fontainebleau, sont dit, M. Boué, de petites raretés minéralogiques que présentent quelquefois les marnes irisées.

La formation keuprique est divisée par quelques géologistes en quatre étages et par d'autres en trois. C'est cette division que nous adopterons, parce qu'elle nous paraît plus propre à y faire figurer les différens dépôts que les géologistes allemands ont observés dans cette formation. Nous pourrions subdiviser chacun de ces étages en assises, mais ce serait peut-être compliquer l'étude de ces étages, car les dépôts qui constitueraient ces assises ne se montrent pas partout où se présente la formation keuprique.

ÉTAGE SUPÉRIEUR.

Cet étage se compose généralement de grès et de marnes sur lesquelles le grès repose. Mais quelquefois, comme dans le Wurtemberg, il en est recouvert.

Le grès dont il s'agit a été examiné à Valmainfroy, dans le département de la Haute-Saône, par M. Rozet, qui lui donne le nom de *grès keupérien supérieur* [1].

Ce grès tantôt blanchâtre, jaunâtre ou grisâtre, quelquefois bigarré, à grains fins, sans ciment visible, ou à ciment quarzeux ou argileux difficile à distinguer, renfermant quelques petites paillettes de mica, disposé en couches régulières de 50 centimètres à 1 mètre d'épaisseur, entre lesquelles se trouvent quelquefois des bancs de calcaire sableux, et même des calcaires oolithiques renfermant des masses irrégulières et aplaties d'argile ; ce grès qui contient des nodules de fer hydroxidé et de la trontiane sulfatée ; ce grès qui offre, mais rarement il est vrai, des traces de houille, est très-facile à confondre avec celui que nous avons présenté comme formant un des principaux membres de l'étage inférieur de la *formation liasique*.

Le grès keuprique ne doit pas être assimilé à celui de Luxembourg, bien qu'il soit assez fréquemment en contact immédiat avec le calcaire et les marnes du *lias*. Ce qui sert à le distinguer dans certaines parties de l'Allemagne et principalement dans le Wurtemberg, c'est qu'il est quelquefois recouvert par des marnes qui appartiennent évidemment au *keuper*; c'est qu'il présente des caractères minéralogiques identiques avec un grès qui alterne plus bas avec les marnes irisées ; enfin, c'est qu'il ne renferme pas de coquilles appartenant au lias ; il paraît en être complètement dépourvu et principalement renfermer des végétaux.

Au surplus, l'existence du grès inférieur du *lias* et du grès supérieur du *keuper*, est démontrée parfaitement dans le Wurtemberg où ils existent l'un et l'autre. Ainsi le grès du lias se montre à Plochingen, à Dagerloch et à Œttingen, où il offre beaucoup de coquilles propres au lias, et notamment de petites ammonites, des gervillies, des peignes, des turritelles et la *Gryphæa arcuata*.

Le grès que nous venons de décrire est appelé par M. de Léonhard *Oberer keuper-sandstein*, c'est-à-dire, *grès supérieur du keuper*. Dans les environs de Stuttgart, il est composé de gros grains, qui passent même à un véritable conglomérat suivant l'expression de M. de Léonhard. Il renferme des fragmens de quarz, de jaspe, de feldspath, de calcaire et de marne. Sa pâte est argileuse ou marneuse et

[1] M. Rozet : *Traité élémentaire de géologie*, pag. 409. Paris, Levrault, 1835.

rarement siliceuse. Il contient des nids de lignites; on y a trouvé des calamites et des débris de reptiles, que M. Jœger a nommés *phytosaurus*.

La marne supérieure keuprique qui se présente sous ce grès, est une roche rouge ou grise à cassure plane ou conchoïde et parfois terreuse. On y trouve suivant M. de Léonhard, de la barytine, du spath calcaire et de la strontiane sulfatée. Près de Stuttgart on y remarque une couche de calcaire argileux coquiller, où l'on reconnaît le *Buccinum turbilinum*, la *Mya mactroides*, la *Myophoria vulgaris* et d'autres coquilles indéterminées.

Dans le nord de l'Allemagne cette marne renferme des bancs épais d'un grès blanc ou jaunâtre à ciment quarzeux.

En France, dans la Vendée et en Normandie, aux environs d'Alençon, les roches cristallines d'origine ignée sont recouvertes par le keuper avec lequel elles sont en contact. Ce dépôt, dit M. Boué, étant littoral, ne peut pas présenter autant de couches argileuses fines que ceux formés au sein d'eaux assez profondes. Delà vient, ajoute-t-il, qu'on y trouve plutôt des agglomérats ou des grès grossiers que des marnes et des argiles. Ainsi les arkoses que l'on remarque dans la partie supérieure de la formation keuprique, sont des grès qui sont devenus feldspathiques et granitiques, en se formant des débris arénacés des roches granitoïdes : telles sont les arkoses de Royat, près de Clermont en Auvergne, qui contiennent de la fluorine, celles de Chessy qui renferment de la galène et du carbonate de cuivre, et celles de la Romanèche qui contiennent du manganèse.

La production de tous ces minéraux, dit M. Boué, dépend évidemment du voisinage des roches ignées et des émanations qui en ont pu sortir par la voie sèche ou humide, ainsi que de masses anciennes traversées de filons métallifères : le cuivre carbonaté des grès de Chessy, par exemple, dérive probablement de filons de cuivre pyriteux encore existans et exploités. Il y a eu là comme ailleurs, des jeux d'affinités électro-chimiques.

ÉTAGE MOYEN.

Nous croyons pouvoir comprendre dans l'étage moyen un second ensemble de couches où l'on voit encore à la partie supérieure, des grès, et à la partie inférieure, des marnes, qui diffèrent des précédentes en ce qu'elles contiennent du gypse.

Le grès de cet étage se distingue de celui de l'étage supérieur, en ce que son grain est plus fin et son ciment argileux ou calcaire; quelquefois il est micacé. Il est généralement gris, quelquefois il est jaune principalement dans ses bancs les plus inférieurs; quelquefois aussi il présente des bandes de plusieurs couleurs qui alternent ensemble. Mais ce qui le caractérise particulièrement, ce sont les nombreuses empreintes de plantes monocotylédones qu'on y remarque, telles que le *Calamites arenaceus* et d'autres végétaux à feuilles herbacées, ce qui a engagé M. Jœger à nommer ce grès *Schilfsandstein,* c'est-à-dire grès à roseaux. On y trouve souvent des nids d'argile.

Dans plusieurs contrées le grès keuprique renferme des couches peu épaisses de calcaire marneux qui présente quelquefois la texture oolithique. D'autres fois, on y voit de la marne argileuse avec des couches de dolomie. Dans les environs de Stuttgart et de Tubingue, ce grès se montre en couches courbées et ondulées.

Les marnes de cet étage présentent à leurs parties supérieures de nombreuses alternances de bandes blanches, vertes, violettes, grises, rouges et bleues : de là les noms de marnes irisées et de marnes bigarrées qu'on leur a donnés. Leur texture est compacte et granuleuse et leur structure feuilletée. On y remarque, par exemple aux environs de Lons-le-Saulnier, de petites couches et des lits de rognons de calcaire argileux. Ailleurs, c'est un calcaire magnésien, une véritable dolomie; quelquefois ce sont des lits isolés d'un grès ordinairement quarzeux et à grains fins, qui contient de petites parties disséminées de marne verte.

Les strates les plus supérieures perdent leurs couleurs variées pour prendre une teinte uniforme d'un vert pâle. Aux environs de Bourbonne-les-Bains, ces marnes sont schisteuses et alternent avec des couches de calcaire blanchâtre marneux.

Quelquefois dans les couches supérieures et moyennes, on trouve de la barytine, de la célestine, du quarz en grains, ainsi qu'un calcaire en petites couches contenant des fossiles, nommément les *Posidonia keuperina.*

Ces marnes renferment du gypse; il y est en amas couchés, en noyaux, en veines qui affectent différentes directions et autour desquels les marnes se présentent en couches ondulées et contournées. Ce gypse est ordinairement grenu et passe aux textures fibreuses et laminaires. Il est blanc, plus ou moins bigarré de rouge. On y trouve quelquefois des

cristaux de quarz, de la galène, du sel marin, de la glauberite, etc.

Le gypse repose souvent sur des couches de dolomie. Il ne contient pas ordinairement de fossiles, excepté dans sa partie inférieure en contact avec la dolomie, où l'on trouve des débris de reptiles et des coquilles appartenant aux genres Avicule, Natice, Nucule, Trigonie, Vénéricarde, etc.

Quelquefois le gypse est séparé de la dolomie par une marne d'un jaune grisâtre, passant au rougeâtre qui renferme, suivant M. d'Omalius d'Halloy, tant de débris de poissons et de reptiles, qu'elle offre tout à fait l'aspect d'une brèche osseuse. On y trouve aussi des coprolithes et des coquilles appartenant aux genres que nous avons cités plus haut.

D'autres fois, ainsi que le dit M. de Léonhard, on trouve dans le voisinage du gypse quelques couches peu épaisses, d'une espèce de houille qui n'ont jamais offert que de médiocres résultats lorsqu'on a voulu en tenter l'exploitation.

La dolomie sur laquelle repose le gypse de l'étage moyen, forme ordinairement une couche assez puissante. Elle est d'un jaune sale passant au gris de fumée, quelquefois elle est bulleuse et ses cavités sont tapissées de cristaux de calcaire et de dolomie; d'autres fois elle est d'une texture grenue et d'une couleur grisâtre. Elle renferme souvent du silex, du sulfure de fer et des veines de gypse. Les fossiles que l'on y trouve sont des restes de sauriens et des coquilles appartenant aux genres Avicule, Buccin, Dentale, Lingule, Natice, Peigne, Rostellaire, Trochus, etc.

D'après cet aperçu général, on peut dire que ce qui sert à reconnaître l'étage moyen dans un grand nombre de localités, c'est la présence du calcaire magnésifère dans sa partie inférieure. Ce calcaire contenant depuis 40 jusqu'à 50 pour 100 de carbonate de magnésie, est souvent compacte, esquilleux, jaunâtre et sans fossiles. Il est tellement constant dans les départemens de la Haute-Saône et des Vosges, que, suivant l'expression de M. Elie de Beaumont, il forme une sorte d'horizon géognostique.

Nous considérons comme appartenant à l'étage moyen des marnes irisées, les couches de la côte de Léomont, près de Lunéville, sur la route de Nancy. Elles se composent d'argile rouge et d'argile bleue alternant avec des bancs de gypse ou mélangées de gypse. Au-dessus de ces couches les marnes sont verdâtres ou grisâtres, et sont brisées à la partie supé-

rieure; elles augmentent d'épaisseur jusqu'à l'argile gypseuse. Leurs couches sont inclinées de 15 à 20 degrés du sud au nord. Au-dessus des marnes gypseuses on trouve des rognons de quarz calcédonieux rouges et des géodes de quarz qui paraissent s'être formés dans ces marnes, et très-fréquemment le gypse est rempli de cristaux de quarz rougeâtre. Du reste, il est tantôt fibreux et tantôt compacte; quelquefois, il renferme des cristaux transparens de forme trapézienne. D'autres fois, il est compacte et gris, parsemé de lames transparentes qui lui donnent l'aspect porphyroïde.

Le docteur Gaillardot a cru reconnaître dans des rognons de gypse disséminés au milieu des marnes que l'on remarque près de Lunéville, des moules de plusieurs coquilles univalves et bivalves; nous avons trouvé des rognons semblables, mais nous pensons qu'on ne peut pas fonder la présence de coquilles marines dans le gypse sur de simples apparences, et qu'il faut attendre qu'on puisse trouver dans quelques-uns de ces corps, des caractères précis de genres et d'espèces.

En Bourgogne et aux environs de Lunéville, le gypse se présente en couches assez étendues dans les marnes irisées de l'étage moyen, mais il arrive souvent qu'il y forme des masses irrégulières de 10 mètres de longueur sur 50 centimètres à 2 mètres d'épaisseur.

ÉTAGE INFÉRIEUR.

Cet étage se compose de marnes, de grès argileux et de gypse accompagné d'anhydrite et de sel gemme.

Les marnes sont bigarrées de diverses couleurs comme celles de l'étage moyen.

Le grès argileux est d'un grain fin, d'une couleur grise ou rouge et presque toujours d'une seule de ces nuances. Il renferme une grande quantité de paillettes de mica, de petites masses d'argile et quelquefois des traces de carbonate de cuivre vert ou bleu. De même que dans le grès moyen keuprique, on y remarque des empreintes végétales caractéristiques : ce sont le *Calamites arenaceus minor*, la *Marantoidea arenacea* et l'*Osmundites pectinatus*. Ordinairement ces empreintes sont recouvertes d'un enduit de fer oxidé; on y voit aussi des fragmens de bois bitumeux. Lorsqu'il repose immédiatement sur le *muschelkalk*, il renferme

quelques coquilles dans ses couches les plus inférieures.

Aux environs de Pyrmont, on remarque dans ce grès des couches de marne et d'argile schisteuse, qui offrent quelque ressemblance avec certaines couches de la formation houillère.

On reconnaît, selon nous, l'étage inférieur de la formation keuprique près de Bourbonne-les-Bains.

Sous des couches de calcaire compacte magnésifère qui nous semblent constituer la partie inférieure de l'étage moyen, se présente l'ensemble général suivant, tel que M. Elie de Beaumont l'a observé :

1° Marnes qui renferment une couche de grès à grains fins, un peu terreux, un peu micacé et d'un gris bleuâtre.

2° Une couche de marne noire, schisteuse et fissile.

3° Couches de marnes qui se courbent et se contournent brusquement, et qui renferment une couche mince du même grès bleuâtre micacé, un peu terreux qui se trouve plus haut.

4° Gypse dont quelques couches sont imprégnées de matières charbonneuses et qui repose sur des calcaires, des marnes, des grès, et sur des alternances de calcaire et d'anhydrite ou karstenite, c'est-à-dire de sulfate de chaux anhydre.

On reconnaît dans cette succession de couches, plusieurs des roches que nous avons indiquées comme constituant l'étage inférieur. L'ensemble repose sur le *mulchelkalk*. (*Pl.* 22, *fig*. 5.)

Les couches de marnes noires et schisteuses ont souvent été prises pour un indice de houille, et ont été le sujet de recherches stériles et coûteuses. Cependant, à Noroy, dans le département des Vosges, de semblables recherches ont fait découvrir une petite couche de combustible qui présente des caractères minéralogiques intermédiaires entre ceux de la houille et ceux de lignite. Il est compacte, à cassure inégale, d'un noir sale et terne [1]. Sa masse renferme souvent des veines et des noyaux de sulfure de fer. Il brûle difficilement, donne peu de chaleur, et loin de se coller comme la houille il se délite en morceaux.

Voici la coupe faite à Noroy, par M. Drouot, ingénieur des mines, d'après les travaux d'un puits et d'un sondage exécutés pour l'extraction de ce combustible.

---

[1] Mémoires pour servir à une description géologique de la France.

(PUITS.)	mèt.
Calcaire compacte rougeâtre.	3 »
Marnes irisées.	4 »
Grès effervescent.	2 »
Grès micacé schisteux	1 »
Argile schisteuse bitumineuse.	» 50
Couche de combustible.	» 40
Grès micacé.	2 »
Gypse.	8 30
Gypse imprégné de matières charbonneuses. . . .	2 »
Gypse.	6 »
Argile noircie par une matière charbonneuse. . .	6 30
Sondage pratiqué au fond du puits.	35 50
Gypse.	5 49
Roche marneuse mélangée de calcaire.	1 50
Gypse avec veines blanches.	4 67
Anhydrite ou karstenite.	» 22
Calcaire.	» 50
Anhydrite.	» 36
Calcaire.	» 90
Anhydrite.	1 37
Total.	50 51

Les argiles schisteuses, en contact avec le combustible analogue à celui de Noroy, renferment en abondance des empreintes de *fougères* et d'*equisetum*. Elles sont quelquefois exploitées pour l'alun et le sulfate de fer qu'elles contiennent.

Plusieurs localités que nous pourrions citer prouvent que, dans les marnes irisées, le gypse se trouve en grandes masses lenticulaires ou bien en couches, non continues, mais souvent d'une étendue considérable. Les principales localités de la Bourgogne, où nous avons remarqué des couches assez importantes, sont Charsey et Saint-Léger-sur-d'Heune, dans le département de Saône-et-Loire. Au-dessous d'un banc épais de dolomie, se présente une couche de marne gypseuse, puis une couche de gypse blanc reposant sur une alternance de 2 mètres d'épaisseur, de couches de gypse et de marne noirâtre. Plus bas s'étendent trois couches de gypse blanc, de 2 mètres d'épaisseur chacune, reposant sur du gypse grossier, mélangé de marne noirâtre. Ces couches de gypse se succèdent sur une longueur de plus de 2 lieues.

Des couches de gypse, tantôt compacte, tantôt fibreux, blanc, gris ou rose, accompagnées de marnes bigarrées ou

noires, et de couches d'un calcaire caverneux très-grossier, semblent caractériser l'étage inférieur. Mais c'est surtout à cet étage qu'appartiennent les dépôts salifères, c'est-à-dire de sel gemme et les sources salées du terrain keuprique.

La France possède près de Vic, dans le département de la Meurthe, l'un des plus importans dépôts de ce genre. Le sel s'y présente en bancs puissans, en amas, en veines, ou bien disséminé dans les marnes et les argiles : ce sont alors celles-ci qui donnent naissance aux sources salées. On a reconnu, dans cette localité, quatre masses de sel, dont l'une a 14 mètres de puissance, et dont la plus inférieure n'a point encore été traversée.

Dans la formation keuprique comme dans les autres formations salifères, le sel gemme n'est jamais en couches régulières.

FORMATION KEUPRIQUE.

Dans le département du Rhône.

M. Leymerie, dans un mémoire présenté récemment à l'Académie des sciences, a fait connaître cette formation dans le département du Rhône. Elle se compose de *grès quarzeux* et de *grès quarzo-feldspathiques*, à ciment calcaire, dans lesquels il a reconnu des couches subordonnées de *marnes* et de *calcaires magnésiens*. Les grès dont il s'agit comprennent ceux de *Chessy*, depuis long-temps célèbres par les beaux minerais de cuivre carbonaté qu'ils renferment et qui ont fourni ces cristaux d'azurite si remarquables par leur netteté et par leur belle couleur bleue, qui font l'ornement des collections minéralogiques. Les parties quarzo-feldspathiques de ces grès, sont pour nous de véritables arkoses ; parce qu'il nous semble que le nom d'arkose doit toujours être un nom minéralogique, une désignation de roche.

La place qu'occupent ces grès dans la série géologique, n'avait jamais été fixée d'une manière positive ; M. Leymerie s'est proposé cette tâche d'autant moins facile, que les grès de Chessy sont dépourvus de fossiles.

Cependant les caractères minéralogiques et géologiques l'ont conduit à les considérer comme une dépendance des *marnes irisées;* toutefois il ne serait pas éloigné de les regarder comme appartenant à la partie inférieure du lias que M. Elie de Beaumont a présentée comme un passage du

terrain jurassique au terrain triasique, et qui se rapporte au *grès de Luxembourg*.

D'après ce que nous avons dit précédemment, comme on doit distinguer le *grès inférieur du lias* qui en renferme les fossiles, du *grès keuprique* qui en offre de différens ; et que le grès de Chessy ne contient aucun corps organisé, nous ne voyons point de motif pour admettre qu'il puisse appartenir à la formation liasique. Il nous semble, au contraire, beaucoup plus probable qu'il dépend de la formation keuprique.

FORMATION KEUPRIQUE.

Dans le département du Calvados.

Dans le département du Calvados, la formation keuprique présente à sa partie supérieure, suivant M. de Caumont, des sables jaunâtres, et des galets quarzeux roulés de différentes grosseurs, qui s'agglutinent et forment, tantôt des poudingues, tantôt des arkoses ou grès friables, dans lesquels on trouve quelquefois, dit-il, du feldspath décomposé. Au-dessous l'on remarque, séparé par un calcaire magnésifère fragmentaire, un étage généralement plus argileux, composé en grande partie de marnes d'un rouge amaranthe ou lie-de-vin, et rarement jaunes, blanchâtres, bleuâtres ou verdâtres par places, qui alternent dans quelques localités avec un grès de même couleur auquel elles passent, et qui, à Cartigny, atteignent près de 200 pieds d'épaisseur.

Ce grès est composé de grains de quarz ordinairement très-fins, parsemé de lamelles de mica, et quelquefois de cristaux de feldspath décomposé, réunis par un ciment argileux très-abondant, ou par de l'oxide de fer. Quelquefois ce grès est remplacé par des marnes rouges endurcies, mêlées de parties sableuses ou de parties calcaires. Quelquefois encore on y trouve des concrétions et des couches subordonnées en alternances régulières d'un calcaire compacte, passant du rouge au jaune, au bleu, au brun, etc.

Dans certaines localités, entre autres à Tournières, les marnes rouges alternent avec des argiles grises, endurcies et schisteuses, qui se rapprochent de celles qui alternent avec le grès houiller.

Les marnes bigarrées du Calvados sont horizontales ou légèrement inclinées ; plusieurs d'entre elles, dit M. de Caumont, renferment de nombreux fragmens arrondis de

quarz, de grès, de grauwacke, et quelquefois de syénite et de porphyre [1].

FORMATION KEUPRIQUE.
En Angleterre.

Dans les comtés de Gloucester et de Worcester, en Angleterre, la formation keuprique existe, bien que le muschelkalk y manque totalement. Entre Lyme-Regis et Sidmouth, la partie supérieure du groupe du grès rouge est tellement semblable, dit M. de La Bèche, aux marnes irisées des Vosges et de certaines parties de l'Allemagne, que je n'hésite pas à regarder ces deux dépôts comme contemporains. Dans cette partie de l'Angleterre ces marnes contiennent des végétaux, et rarement des écailles de poissons et des os de sauriens.

M. Buckland a observé, près de Warwick, un grès qu'il rapporte à ceux du Keuper; son opinion est fondée sur les ossemens de *Phytosaurus* qu'il y a reconnus, et qui jusqu'à présent, n'ont encore été trouvés que dans la formation keuprique.

FORMATION KEUPRIQUE.
Dans le royaume de Wurtemberg.

La formation dont nous nous occupons est très développée dans le royaume de Wurtemberg, et surtout aux environs de Stuttgart, ainsi que nous avons pu nous en convaincre pendant une course, cependant très-rapide, qui nous a suffi pour reconnaître la justesse et l'exactitude des observations que M. Levallois, ingénieur des mines, y a faites.

Ainsi que ce géologiste l'a constaté, les environs de Stuttgart présentent des plateaux formés en général d'un grès blanc, à grain fin et un peu micacé, souvent grossier et sans ciment discernable, quelquefois avec un ciment calcarifère et presque toujours d'une faible consistance, ce qui permet de le réduire facilement en sable. Ce n'est que rarement qu'on y remarque une variété solide, à ciment calcarifère et à grains fins de quarz gris. Ce grès a été nommé, par M. Levallois, *grès supérieur*, parce qu'en effet il occupe la sommité de la formation keuprique, dont il dépend com-

[1] M. *de Caumont*: Topographie géognostique du département du Calvados.

plétement. Dans plusieurs localités il est même recouvert de marnes.

Au-dessous, comme au mont Bopser, on remarque les roches ci-après :

1° Marnes rouges, vertes, grises, mais principalement rouges, plus ou moins effervescentes, quelquefois schistoïdes, et parfois présentant la scintillation propre aux dolomies. Epaisseur, environ 40 mètres.

2° Grès tendre, schisteux, à grains siliceux très-fins, et à ciment argileux : on l'a appelé *grès de Stuttgart.* Il est rouge lie de vin, mais le plus souvent gris jaunâtre. Ses feuillets sont couverts de paillettes de mica, et il présente de nombreuses empreintes végétales. Il est divisé en petits bancs dont l'ensemble constitue une épaisseur de 6 mètres.

3° Marnes rouges, vertes et grises comme les précédentes. Puissance, environ 20 mètres.

4° Gypse compacte, blanc grisâtre, pénétré d'argile, à structure schisteuse et à cassure mate et unie. Il forme des bancs extrêmement minces, alternant avec des marnes endurcies, jaunâtres, schisteuses, et avec de l'argile schisteuse d'un bleu d'ardoise. Ces marnes contiennent des rognons de gypse cristallin. Cet ensemble de bancs et de couches a environ 10 mètres de hauteur.

5° Marnes rouges, vertes et grises.

Il est bon de faire observer que ces marnes renferment un grand nombre de petites couches d'autres roches, épaisses seulement de 1 à 3 décimètres : ce sont des calcaires plus ou moins argileux, très-souvent dolomitiques, alternant avec des grès plus ou moins calcarifères et quelquefois tout à fait siliceux. Dans les marnes supérieures, ce sont ces grès qui acquérant une grande puissance, finissent par dominer les marnes et par former la masse du *grès supérieur.*

Dans certaines localités des environs de Stuttgart, le grès schisteux à empreintes végétales, qui n'a que 6 mètres d'épaisseur au Bopser, atteint jusqu'à 20 mètres de puissance.

Au musée d'histoire naturelle de Stuttgart, nous avons été à portée de juger de la richesse de ce grès en végétaux. Les mieux conservés sont : les *Calamites arenaceus,* variétés *major* et *minor;* l'*Equisetum arenaceum*, le *Marantoïdea arenacea,* et le *Pterophyllum Jægeri.*

Au Kriegsberg, suivant M. le Vallois, on trouve au milieu du grès de *Stuttgart,* et entre deux bancs schisto-marneux gris jaunâtres, des schistes noirs avec un combustible terreux, épais de 3 décimètres.

Dans plusieurs localités on trouve au-dessous des schistes et du combustible un calcaire jaunâtre assez terreux, très

souvent carié et dolomitique, qui, dans sa partie supérieure, se charge de sable et finit par se transformer en un grès argileux et compacte. C'est ce calcaire que M. Alberti a appelé *Porosekalk*.

Au-dessous des marnes rouges, vertes et grises qui forment la base du Bopser, et ailleurs au-dessous du Porosekalk, on remarque près de Munster, à un escarpement situé sur la rive gauche du Necker, un calcaire en bancs horizontaux, que M. Levallois et M. Alberti s'accordent à considérer comme le *muschelkalk*.

Près de Gaildorf on voit une localité fort intéressante pour l'étude de la formation keuprique. Le village de Galkirch est bâti au pied d'une colline élevée, dont la sommité, couronnée de bois, est occupée par un grès quarzeux grossier qui n'est autre que le *grès supérieur*.

Au-dessous se présentent les couches ci-après, grâce à un ravin qui met à nu la constitution de la colline.

Des marnes irisées avec huit ou dix bancs de calcaire blanchâtre compacte, marneux, dolomitique, épais d'environ 25 mètres.

Du grès schisteux rubanné, rouge et gris, ou *grès de Stuttgart*, qui offre des parties jaunâtres, et qui devient tout-à-fait gris dans le bas. On y voit de petites veines de spath calcaire. Son épaisseur est de 7 mètres.

Des marnes irisées avec quelques petits bancs calcaires.

Un grès à grains fins, micacé, schisteux, grisâtre, avec des surfaces de séparation rougeâtres. Il est épais de $1^{m.},50$.

Des marnes irisées avec de petits bancs calcaires, dont un contient de la barytine et passe en plusieurs de ses points à un grès calcaire à grains fins, ayant l'aspect oolithique. Ce grès renferme aussi de la barytine et l'on y voit des débris de *Sauriens*.

Des marnes irisées, avec de petites lignes blanches ondulées, parallèles, qui accusent, dit M. Levallois, autant de petits bancs, réduits en débris sur leurs tranches par l'action de l'air.

Des marnes solides, d'un gris verdâtre.

Du gypse compacte, à structure schisteuse, avec de l'argile schisteuse, verdâtre. L'épaisseur de ces couches est de 3 mètres.

Sur la rive droite du Kocher, en se rapprochant un peu de Gaildorf, un escarpement permet de voir les couches inférieures à ce gypse.

Elles consistent en une alternance de bancs très-minces de marnes schisteuses grises, jaunes ou verdâtres, de dolomies marneuses, jaunâtres, très-effervescentes, toutes traversées de filons extrêmement déliés de spath calcaire, et parfois aussi celluleuses ; de calcaires marneux gris, de grès gris impressionné, micacé, peu schisteux, assez solide : le tout reposant sur une petite couche de schiste gris gréseux, micacé, à impressions végétales.

En approchant encore de Gaildorf, et en suivant le bord du Kocher, on voit une galerie de mine ouverte pour l'exploitation, d'une sorte de *lignite*, appelé en Allemagne *lettenkohle*, c'est-à-dire *houille argileuse*; et qui, bien qu'appartenant à la formation keuprique, est placée au-dessous de l'ensemble de couches dont nous venons de donner la description d'après M. Levallois.

Les couches qui se trouvent là à découvert, se composent des substances suivantes, en commençant par le haut :

1° Grès remplis de végétaux fossiles : il est gris, mais moins schisteux et plus tenace que le grès de Stuttgart.
2° *Letten kohle* (0m.,25).
3° Grès à végétaux, comme le précédent (0m.,70).
4° *Lettenkohle* (0m.,25).
5° Schiste noir, à impressions végétales et à coquilles bivalves fossiles et schiste marneux, jaunâtre, très-effervescent (3m.,0).
6° Grès à végétaux, comme les précédens (0m.,50).
7° Calcaire marneux (0m.,30).

Le *lettenhkole* est en général terreux comme l'indique son nom; c'est une variété du *stipite* de M. Al. Brongniart. Sa texture est schisteuse, sa couleur est d'un noir grisâtre ou bleuâtre, qui se rapproche quelquefois du noir velouté; cependant il présente des parties d'un beau noir luisant. Sa surface est matte, il a peu d'éclat dans sa cassure transversale; enfin, ordinairement il est compacte et gras au toucher. Il présente, entre ses feuillets, des empreintes de *Maranthoïdea arenacea*, et dans ses fissures des lamelles de gypse. Il contient beaucoup de fer sulfuré blanc : aussi est-ce pour en tirer de la couperose et de l'alun qu'il est exploité. Comme combustible il offrirait peu d'avantage, car il brûle difficilement, et en laissant un résidu argileux; lorsqu'il reste exposé à l'air, il se délite en petits fragmens.

Les impressions végétales que l'on remarque dans le schiste noir appartiennent principalement aux *Maranthoïdea arenacea* et *Calamites arenaceus* que l'on y voit souvent pyritisées; car ce schiste renferme une grande quantité de pyrites. Dans le schiste marneux jaunâtre qui lui succède, on remarque une foule d'empreintes de valves que M. Voltz regarde comme appartenant à la *Posidonia keuperina*. (Hœnig.)

Le calcaire marneux qui forme la base des couches à Lettenkohle, paraît se rapporter au *porosekalk* de M. Alberti.

Entre Thuningen et Willingen, l'étage inférieur de la

formation keuprique renferme des marnes fétides, supérieures au gypse et au sel gemme. (*Pl.* 22, *fig.* 6.)

De tout ce que nous venons de dire et des nombreuses observations faites par M. Levallois, il résulte que la coupe générale de la formation keuprique dans le royaume de Wurtemberg, présente, suivant ce géologiste, la succession des roches et dépôts ci-après, qu'il désigne sous le nom de groupes, en les examinant de haut en bas.

Groupes.	*Principaux caractères.*
1° Marnes irisées.	Rouges, vertes ou grises, schistoïdes.
2° Grès supérieur.	Blanchâtre, grossier, quarzeux, friable, quelquefois très-tenace, avec barytine.
3° Marnes irisées, avec gypse supérieur en rognons?	Renfermant de petits bancs de grès, analogue au *grès supérieur*, ou de grès calcaire, et de calcaire compacte, blanc, jaunâtre ou verdâtre, peu effervescent, marneux, dolomitique. Tous les bancs contiennent de la barytine.
4° Grès moyen, ou grès de Stuttgart.	Schisteux, micacé, à grains fins, argileux, tendre, gris, ou bariolé de rouge et de gris; renfermant beaucoup d'impressions végétales, avec du *lettenkohle* ou *stipite*.
5° Marnes irisées.	Avec de petits bancs de calcaire barytinifère.
6° Gypse moyen.	Stratiforme, schistoïde, compacte, blanc mat, avec des marnes et argiles schisteuses. Ces marnes contiennent aussi du gypse en rognons.
7° Marnes irisées.	(Mêmes caractères que ci-dessus.)
8° Porosekalk.	Calcaire le plus souvent jaunâtre, toujours de couleur claire, marneux et schistoïde, fréquemment dolomitique; renfermant des débris de sauriens et des *Lingula Bronnii*.
9° Grès inférieur et stipite.	Il a la même composition et les mêmes fossiles que le grès moyen, mais il est plus tenace, moins schisteux et d'un gris tirant plus sur le jaune. Il est accompagné de schiste charbonneux et souvent aussi de *Lettenkohle* ou stipite. Ces schistes renferment les mêmes végétaux que le grès, des Lingules, comme le *Porosekalk* et la *Saxicava Blainvillii*.
10° Porosekalk.	Identique avec celui qui lui est supérieur. Il consiste aussi en schistes calcaires ou argileux pénétrés de spath calcaire.

Groupes.	*Principaux caractères.*
11° Marnes irisées, et gypse inférieur.	Le gypse qui accompagne ces marnes est stratiforme et en rognons, souvent anhydre, avec calcaire quarzifère, gris foncé, contenant de la barytine, de la galène, et du cuivre carbonaté bleu et vert.

Le grès d'Hildbourghausen, dans le duché de Saxe-Meiningen mérite une mention particulière par la célébrité que lui ont acquise les empreintes de pieds d'animaux qu'il présente. Ce grès a été rapporté par la plupart de ceux qui l'ont observé au *grès bigarré*; mais, suivant M. Engelhardt, il appartient au *Keuper*. Une faille, qui suit la vallée de la Werra, porte le grès bigarré de la rive gauche au même niveau que le *Keuper* de la rive droite : de là l'erreur dans laquelle, dit-il, on est tombé. L'opinion de ce savant est d'autant plus vraisemblable, que le grès bigarré ne renferme pas de débris d'animaux vertébrés, tandis que le grès keuprique contient beaucoup de sauriens. Et rien ne prouve que les empreintes que nous allons décrire n'appartiennent pas à des reptiles.

C'est au commencement de l'année 1835 que ces empreintes ont été signalées par le Dr Sickler. Elles attirèrent bientôt l'attention de plusieurs savants de l'Allemagne, qui tous s'accordèrent à y voir des traces de pas d'animaux. Sur un dessin que reçut M. de Blainville, ce célèbre zoologiste prétendit que les empreintes que présentent ces grès étaient dues à des traces de végétaux, analogues à ceux que l'on a reconnus plusieurs fois dans le grès rouge, et que l'on a considérés comme des Prêles gigantesques ou des Rhizomes de quelques Acorus, ou même des tiges sarmenteuses plus ou moins réticulées ou anastomosées. Mais l'acquisition qui a été faite par le Muséum d'histoire naturelle, d'une belle plaque de ce grès, longue de 9 à 10 pieds, et large de 3 pieds environ, a permis à plusieurs naturalistes français d'en faire un examen attentif, et tous se sont rangés de l'opinion des naturalistes allemands.

C'est entre Hildbourghausen et Hessberg que s'étendent, sur une longueur d'une lieue, les couches du grès keuprique, dans lesquelles sont ouvertes les carrières où on l'exploite. Dans ces carrières on voit le grès alterner avec des marnes et des argiles ; sur la *face inférieure* de quelques-unes de ces couches de grès, épaisses d'un demi-pied, on remarque les traces en relief des pas d'animaux ; au-dessous un lit de

marne très-mince et très-friable, repose sur une couche de grès, dont la *face supérieure* présente en creux les mêmes traces, qui répondent exactement aux reliefs de la couche supérieure de grès. Ces reliefs sont évidemment dus au moulage qui s'est fait avant la consolidation du grès dans les empreintes en creux laissées par la plante du pied de quelques animaux dont il est difficile de désigner le genre.

L'animal principal, ou du moins celui qui a laissé les plus grandes empreintes de ses pas sur le sable, devenu plus tard un grès, était un quadrupède dont les pieds de derrière étaient beaucoup plus grands que les pieds de devant (*Pl.* 23, *fig.* 1). La longueur des pieds de derrière est de 8 à 10 pouces au moins, sur une largeur de 5 pouces. Les pieds de devant sont longs de 4 pouces, et larges de 3. La petite patte est suivie à la distance régulière de 1 pied 2 pouces, et sur 2 lignes parallèles d'une grosse patte, puis d'une petite, et ainsi de suite; de plus deux pattes, une grosse et une petite, ont le pouce du côté droit, tandis que les deux suivantes ont le pouce du côté gauche, comme si l'animal eût marché en chevauchant.

Les empreintes, et principalement les plus grandes, présentent en avant, un peu de côté, une cavité qui entoure chacune d'elles comme un fossé, et qui est le moule en creux du limon refoulé comme un bourrelet devant le pied de l'animal quand il marchait. Plusieurs de ces empreintes offrent des traces évidentes de glissement, comme on le voit dans l'empreinte (*a*).

On remarque, sur les plaques de grès qui présentent ces empreintes, les traces des pas d'un plus petit animal, dont la marche était semblable à celle du gros, mais dont le pied a dû être différemment configuré. (*Pl.* 23, *fig.* 1, empreinte *e.*)

Les plaques de grès qui portent toutes ces empreintes, sont traversées par de longs bourrelets en relief que l'on a pris pour les tiges ou les racines d'une plante inconnue; mais qui sont simplement les empreintes des fractures que a roche inférieure a éprouvées.

Le D[r] Kaup de Darmstadt a donné à l'animal, auquel il attribue les empreintes des grosses et des moyennes pattes, le nom de *Chiroterium*, et a l'espèce celui de *Chirotherium Barthi*, parce que le graveur Barth est le premier qui ait remarqué et dessiné ces empreintes. Il est à désirer que parmi les ossemens fossiles que renferme le grès keuprique d'Hildbourghausen, on retrouve ceux du *Chirotherium*,

afin qu'on puisse prendre une idée exacte de sa conformation.

Formes du sol de la formation keuprique. — Cette formation constitue des collines arrondies et à pentes douces, dont la hauteur n'excède guère 150 à 200 pieds dans le département du Calvados, notamment dans l'arrondissement de Bayeux.

En Bourgogne et en Franche-Comté la formation keuprique étant très-développée, constitue des montagnes qui offrent une grande ressemblance avec celles du terrain jurassique; leurs flancs sont alors escarpés. Les montagnes du Keuper présentent souvent un escarpement occupé par les marnes et les grès, tandis que les couches inférieures du lias forment au-dessus des sommités en pentes douces.

La formation la plus ancienne qui se montre au jour, suivant M. Rozet, dans la portion de la chaîne du Jura, comprise entre les parallèles de Pontarlier et du fort l'Ecluse est celle des marnes irisées. Elle y constitue de petites collines au pied du versant occidental. C'est cette formation qui renferme les sources salées et les mines de sel gemme exploitées dans cette contrée.

Dans les environs de Stuttgart, où la formation keuprique est très-développée, les montagnes qu'elle constitue avec le lias présentent la forme que nous venons d'indiquer. Nous avons remarqué que, dans les localités où elle n'est pas recouverte par le terrain jurassique, elle constitue des collines arrondies ou coniques.

Le *redmarl*, très-puissant en Angleterre, y forme des collines qui atteignent quelquefois plusieurs centaines de pieds de hauteur.

Utilité dans les arts. — Dans le département du Calvados on fabrique des briques, des tuiles et des poteries avec l'argile rouge subordonnée aux marnes irisées. Cette argile prend par la cuisson l'apparence du grès; on en fait principalement ces grands pots que l'on emploie dans les laiteries pour renfermer le beurre; on en fait aussi des pots à fleur, des bouteilles à bierre, et ces vases appelés dames-jeannes. C'est à Noron et au Vernay que cette industrie est la plus active. A Lison on fabrique, avec de l'argile jaune un peu micacée, et de l'argile grise mêlées ensemble et qui appartiennent à la formation keuprique, des plats, des assiettes et des pots de différentes grandeurs, grossièrement vernis, qui vont bien

au feu et dont on se sert dans les campagnes voisines.

Les argiles rouges, gâchées avec de la paille et du foin, servent, dit M. de Caumont, à construire des murs assez solides; la plupart des maisons rurales sont bâties de cette manière dans la région des marnes keupriques du département du Calvados.

Les grès de la même formation fournissent de bons matériaux pour bâtir. Aux environs de Stuttgart de nombreuses carrières y sont ouvertes pour de grandes exploitations de pierres de taille, qui ont l'avantage d'être tendres à la carrière et de durcir à l'air. Plusieurs contiennent, ainsi que nous l'avons dit, des métaux exploitables : tels sont le cuivre de Chessy, dans le département du Rhône, et le manganèse de la Romanèche, dans le département de l'Ain.

Dans le département de la Meurthe, la formation keuprique est une source de richesse. Les faïences de Lunéville doivent leur réputation à la qualité de l'argile avec laquelle on les fabrique, et qui appartiennent aux marnes irisées. Vic, Dieuze et Château-Salins prospèrent à la faveur des grands travaux qu'on y a établis pour l'exploitation du sel.

Dans le royaume de Wurtemberg les marnes schisteuses et les argiles salifères sont exploitées. Les marnes schisteuses des environs d'Heilbronn, où on les nomme *leberkies*, sont employées à l'amendement des terres. Les argiles gypseuses salifères des environs de Sulz, sont depuis plus de 50 ans recherchées comme un engrais précieux pour l'agriculture.

Bien que le gypse de la formation keuprique ne donne pas en général un plâtre d'une qualité aussi bonne que le gypse de Montmartre, il est d'un grand avantage pour l'exploitation. Plusieurs papeteries font entrer le gypse du Keuper dans la fabrication de certains papiers.

Dans plusieurs contrées les grès et les dolomies fournissent d'excellentes pierres de construction. Enfin les combustibles que nous avons cités sont exploités avec avantage, soit pour le chauffage, soit pour l'alun et le sulfate de fer qui les accompagnent.

Les marnes retenant fort bien les eaux, donnent naissance à de nombreuses sources qui entretiennent, suivant M. Rozet, la fertilité du sol de chaque côté des Vosges. Les céréales croissent en général fort bien sur les marnes irisées; toutefois ce sont principalement aux prairies artificielles et naturelles que ces marnes sont le plus favorables. En Normandie le trèfle y réussit parfaitement, et quant aux prairies naturelles on peut s'en faire une idée par les beaux herbages

d'Isigny et du Cotentin. L'orme, le chêne et le pommier y croissent à merveille.

On sait par expérience, dans la Normandie, que la chaux employée comme amendement produit d'excellents résultats dans les marnes irisées.

Dans la Franche-Comté les marnes irisées sont couvertes de superbes vignobles ; et, dans les environs de Stuttgart, les collines qu'elles forment nous ont paru couvertes aussi de riches plantations de vignes.

FORMATION CONCHYLIENNE.

Comprenant :

- Le *muschelkalk* des Allemands ;
- Le *rauch grauerkalk*, de M. Mérian ;
- Le calcaire de Göttingue, de quelques géologistes allemands ;
- Le calcaire conchylien, de M. Al. Brongniart ; et les terrains yzémiens, abyssiques, conchyliens, du même auteur ;
- La formation du second calcaire secondaire, de M. A. Boué ;
- Le terrain de muschelkalk, du même auteur.

La partie inférieure des marnes irisées passe à une marne grise, d'une texture schistoïde, qui sert elle-même de passage à un calcaire que Werner a nommé *Muschelkalkstein* ou *calcaire coquiller*, parce qu'il est en effet très riche en coquilles fossiles. M. Al. Brongniart a donné à ce calcaire l'épithète de *conchylien*, pour le distinguer du calcaire coquiller des environs de Paris. Ce calcaire, et les marnes qui en dépendent, constituent une des formations du terrain keuprique, que l'on peut désigner sous le nom de *Conchylienne*. Dans plusieurs localités, ce calcaire se lie par alternances à la formation pæcilienne, c'est-à-dire au grés bigarré.

Les couches subordonnées que l'on remarque dans le *Muschelkalk* sont des calcaires noirâtres et des calcaires à Encrines ; des lumachelles, composées de Peignes ou de Térébratules ; des calcaires argileux ou marneux, et quelquefois bitumineux ; des dolomies ou calcaires magnésiens, quelquefois cellulaires, assez ordinairement dans la partie supérieure de la formation ; enfin, suivant M. A. Boué, des calcaires magnésiens globulaires, que les Allemands nomment *Roggenstein*, et qui se présentent généralement dans la partie inférieure.

Les amas de gypses s'y trouvent rarement : cependant

on cite cette roche dans le *Muschelkalk* des environs de Naumbourg, dans la province prussienne de Saxe, et près de Soleure, en Suisse.

Enfin on y trouve aussi quelquefois des lits de houille argileuse (*Letten kohle*), comme dans le royaume de Wurtemberg et le grand duché de Bade.

Bien que cette formation ne présente point toujours de coupures suffisamment distinctes pour que l'on puisse la diviser comme la formation précédente, plusieurs géologistes, entre autres M. Alberti, la partagent en trois séries ou systèmes de couches que nous appellerons *étages*.

La formation conchylienne ne paraît point exister en Angleterre, mais elle est très répandue sur le continent.

ÉTAGE SUPÉRIEUR.

Ce que nous avons dit plus haut du passage du *Keuper* au *Muschelkalk*, peut faire pressentir que ce que nous rapportons à l'étage supérieur doit consister en un système de couches calcaires qui séparent les lits de marnes. En effet, aux marnes irisées alternant, avec des calcaires ordinairement dolomitiques, succèdent des marnes feuilletées, grisâtres ou jaunâtres; bientôt ces marnes en lits minces, alternent avec des couches de 30 à 50 centimètres d'épaisseur, d'un calcaire compacte, d'un gris de fumée, passant au gris verdâtre. Ce calcaire offre un caractère particulier qui a été signalé par M. Elie de Beaumont, et que nous avons eu occasion de reconnaître à Magnières, à Rehainvillers et à Xermaménil, dans les environs de Lunéville. Sa cassure unie et souvent conchoïde en grand, est, dit-il, tantôt esquilleuse et tantôt inégale ou même terreuse en petit: ce qui constitue deux variétés de texture qu'on voit fréquemment se mélanger l'une avec l'autre dans les mêmes blocs, sous forme de veines lenticulaires.

Le calcaire à cassure terreuse occupe ordinairement la surface des couches, et semble former le passage de ces mêmes couches aux lits de marne qui les séparent. Sa surface extérieure est souvent couverte de corps organisés, que les eaux mettent facilement à découvert, en entraînant une partie de la marne avec laquelle il alterne. Lorsque sa cassure est esquilleuse, cette partie du calcaire est parsemée de lamelles spathiques qui paraissent être évidemment des débris de corps marins, et qui sont souvent accompagnées de petites taches ocreuses.

Dans les marnes feuilletées ou schisteuses, on trouve des

nodules de calcaire gris compacte, à cassure conchoïde, qui, devenant quelquefois presque contiguës, présentent sur les parties exposées à l'air des surfaces mamelonnées [1]. Souvent ces marnes sont traversées dans tous les sens par des filons spathiques si nombreux, que l'action de l'atmosphère détruisant ces marnes, il ne reste plus que des blocs de calcaire celluleux. Ces blocs doivent même être considérés comme caractéristiques de l'étage supérieur dans beaucoup de localités.

Souvent, comme à Xermaménil, le calcaire compacte est jaunâtre à sa surface et bleu dans l'intérieur; il est en outre pétri d'une multitude de petits fragmens de coquilles bivalves, paraissant avoir appartenu à des térébratules, et qui couchés et étendus dans le sens de la stratification en font une véritable lumachelle.

Dans la même localité, on trouve un calcaire compacte d'un gris jaunâtre à cassure inégale et terreuse, qui dans certaines parties présente des moules de coquilles, dont le test détruit a été remplacé par une matière ocreuse, et qui offre aussi, comme le dit M. Elie de Beaumont, des lits de silex d'un gris noirâtre plus ou moins foncé.

A Rehainvillers, on remarque le passage de l'étage supérieur de la formation conchylienne à l'étage inférieur de la formation keuprique; ce passage consiste en ce que le calcaire compacte gris, alterne en couches assez minces avec des couches d'une argile verte qui paraît appartenir aux marnes irisées, et qui est employée à la fabrication de la faïence de Lunéville.

Près de Sierck, dans le département de la Moselle, ce calcaire est, dans sa plus grande épaisseur, jaunâtre ou grisâtre, et d'une texture subsaccharoïde, à petites facettes très-brillantes; souvent même sa texture est un peu oolitique, quelquefois un peu celluleuse, et quelquefois aussi il est parsemé de grains verts ou noirs. Il présente des couches magnésifères. On y voit très-peu de fossiles : ce n'est que dans la partie inférieure, qui se compose d'un calcaire gris compacte et celluleux, et d'un calcaire jaunâtre subsaccharoïde, que l'on trouve un grand nombre de petites coquilles peu distinctes.

1 M. *Élie de Beaumont :* Observations géologiques sur les différentes formations, qui, dans le système des Vosges, séparent la formation houillère de celle du lias. — Mémoires pour servir à la description géologique de la France, tom. 1, pag. 68.



Près de Niederbronn, dans le département du Bas-Rhin, où M. Elie de Beaumont l'a examiné, l'étage supérieur présente une série nombreuse de couches de ce même calcaire, dont la stratification est indiquée par des fissures éloignées les unes des autres de 20 à 30 centimètres. Les fissures perpendiculaires à la stratification sont aussi très-nombreuses, ce qui fait que ce calcaire ne fournit point de gros blocs à l'exploitation. Ces fissures verticales sont souvent remplies de spath calcaire, qui, lorsqu'elles sont un peu larges, forme des stralactites. Quelquefois on trouve dans le calcaire de petits filons, de petits noyaux et de petites mouches isolées de chaux carbonatée cristalline, le plus souvent blanche et quelquefois jaunâtre; quelques-uns de ces noyaux cristallins paraissent être des fragmens de corps organisés. D'autres fois le calcaire présente de petites taches d'un jaune de rouille. Certaines couches offrent soit dans leur cassure, soit en saillies sur la surface des fragmens, un grand nombre d'Entroques famille d'Echynodermes, que Muller a désignés sous le nom de *Crinoïdes*, et dont l'espèce la plus remarquable est l'*Encrinites lyliiformis*. On y trouve aussi beaucoup de térébratules.

ÉTAGE SUPÉRIEUR.

En Allemagne.

Suivant M. Alberti, l'étage supérieur de la formation conchylienne se compose en Allemagne et principalement dans le Wurtemberg, près de Friedrichshall, d'un calcaire gris bleuâtre, gris noirâtre et gris de fumée, à texture compacte, à cassure faiblement conchoïde, passant à la cassure droite et doué d'une grande solidité. Dans quelques localités il prend la texture oolithique; presque toujours il est mélangé de carbonate de magnésie et souvent d'un peu d'argile, de sable et de matière charbonneuse.

Dans sa partie supérieure le calcaire de Friedrichshall, passe à une dolomie d'un gris jaunâtre ou d'un jaune grisâtre et quelquefois rougeâtre, d'une texture celluleuse et scoriacée dont les cavités varient de grandeur, depuis des pores presque invisibles jusqu'à de grandes cavernes.

Le calcaire et la dolomie sont régulièrement stratifiés. Les couches supérieures sont ordinairement assez épaisses et traversées par des fissures verticales remplies de calcaire spathique; les inférieures sont minces et séparées par de petits lits d'argile schisteuse qui passe quelquefois au calschiste.

Les principales substances minérales que l'on trouve dans le calcaire de Friedrichshall, sont des rognons et des cristaux de silex, de calcédoine, de quarz, de barytine, de célestine, de blende, de galène, de marcassite, de sperkise, etc.

Les minerais que nous venons de nommer sont en petites quantités; le plus abondant est la limonite en grains, qui forme de petits filons avec de l'argile ferrugineuse et des fragmens de dolomie, ou quelquefois des bancs et des amas à texture massive.

Le calcaire de l'étage supérieur est riche en fossiles trop nombreux pour les citer ici; nous en donnerons la liste dans les tableaux qui compléteront la description du terrain triasique. Nous ferons seulement observer qu'on y remarque un banc presque entièrement composé d'encrinites.

On voit sortir de cet étage plusieurs sources minérales : telles que celles de Berg, de Canstadt, de Niedernau, dans le royaume de Wurtemberg, et celles d'Imnau dans la principauté de Hohenzollern Sigmaringen [1].

ÉTAGE MOYEN.

En Allemagne.

La formation conchylienne ne présente pas en France, de lignes de démarcation assez tranchées pour la diviser en trois étages, il est même fort incertain que l'on puisse en général, la diviser en deux, l'une supérieure et l'autre inférieure; cependant en prenant pour point de comparaison la division en trois groupes, que M. Alberti a établie dans le *muschelkalk* de l'Allemagne, nous retrouvons en France quelques-uns des caractères qui appartiennent à l'étage supérieur et à l'étage inférieur des Allemands; mais rien n'y indique un étage intermédiaire : ainsi, ce que nous allons dire de l'étage moyen appartient exclusivement à l'Allemagne.

Au-dessous du calcaire de Friedrichshall, se présente cet étage que M. Alberti a nommé *groupe de l'anhydrite*, parce que ce sulfate de chaux s'y montre avec le gypse proprement dit, de l'argile salifère, du sel marin, de la marne, de la dolomie, du calcaire, du silex, etc. Cet ensemble de substances n'offre point de stratification régulière : l'anhydrite ou la karstenite, le gypse, l'argile et le sel gemme, y

[1] *Élémens de géologie*, par M. d'Omalius d'Halloy. 2e édit. 1835.

forment des amas couchés ou des blocs, autour desquels les autres substances constituent des espèces de couches contournées dans tous les sens.

La karstenite, dit M. d'Omalius d'Halloy, est ordinairement d'un gris clair passant au blanc, au bleu et au noir. Sa texture est souvent saccharoïde et quelquefois tenace, mais elle devient friable et terreuse par son exposition à l'air. Elle renferme fréquemment des veines de sel gemme; quelquefois elle est imprégnée de bitume et l'on y trouve, mais rarement, des cristaux de glaubérite, d'epsomite, de soufre et de marcassite.

Le gypse constitue souvent la partie supérieure des amas de karstenite. Ses couleurs ordinaires sont le gris clair et le blanc; sa texture est saccharoïde, mais dans l'argile il est souvent fibreux et laminaire.

L'argile salifère est généralement d'un gris foncé, tirant sur le bleuâtre et le verdâtre; elle offre quelquefois des bandes rougeâtres, et presque toujours elle est mélangée de sel marin et de gypse.

Le sel marin ne se manifeste souvent que par des sources salées qui paraissent sortir de l'argile salifère; mais dans quelques localités, notamment à Wilhelmsglück, au sud de Hall, on exploite un dépôt puissant de sel gemme qui renferme souvent de l'argile et de la karstenite.

La marne, ainsi que la dolomie qui l'accompagne, sont ordinairement jaunâtres; mais la dolomie qui est dans le voisinage du gypse est souvent celluleuse et renferme du silex ainsi que des cristaux de quarz, de calcaire, d'epsomite et de galène.

Le calcaire est presque toujours d'un gris cendré, passant au gris bleuâtre et au noirâtre; quelquefois il répand une odeur fétide. Il est moins abondant que la dolomie et il passe à la marne et au calschiste.

Enfin, le silex se trouve en rognons d'un brun noirâtre ou d'un brun rougeâtre, rarement tacheté ou rayé de gris, de bleuâtre et de noir. Il passe à la calcédoine et au quarz.

Cet étage moyen est dépourvu de fossiles.

ÉTAGE INFÉRIEUR.

L'étage inférieur de la formation conchylienne en France, offre en général quelques points de ressemblance avec l'étage supérieur : ce sont des marnes feuilletées grisâtres ou jau-

nâtres alternant avec des couches de calcaire; mais ce calcaire est ordinairement magnésifère et à gros grains spathiques, et les marnes sont un peu sableuses, ce qui sert à établir un passage de ces marnes à celles du grès bigarré, qui sont également sableuses.

Le calcaire de cet étage présente, ainsi qu'on peut le voir aux environs de Bourbonne-les-Bains, les caractères extérieurs de la dolomie; M. Elie de Beaumont qui l'a analysé l'a trouvé composé de la manière suivante :

Carbonate de chaux.	0,479
Carbonate de magnésie. . . .	0,537
Résidu insoluble.	0,017
Total.	1,033

Ce résultat donne 100 à 132 pour le rapport de la quantité d'oxigène dans la chaux, comparée à celle qui est contenue dans la magnésie. Ainsi, si cette analyse pouvait être considérée comme rigoureusement exacte, il y aurait dans ce calcaire beaucoup plus de magnésie que n'en comporte la composition théorique de la dolomie dans laquelle, ainsi que l'a fait observer M. Elie de Beaumont, le rapport des quantités d'oxigène contenues dans la chaux et la magnésie, est comme 100 est à 100.

Ce qu'il y a de remarquable, c'est que ce calcaire magnésifère renferme un grand nombre d'encrinites, qui toutes appartiennent à l'espèce appelée *Liliiformis*.

Dans quelques localités, comme aux environs de Sierck et de Bourbonne-les-Bains, le calcaire de l'étage inférieur de la formation conchylienne, est gris, compacte et celluleux, ou jaunâtre et subsaccharoïde. Quelquefois il contient un grand nombre de petites coquilles peu distinctes; d'autres fois il ne renferme pas de fossiles. Quelquefois aussi, il présente de petites facettes très-brillantes; d'autres fois, il offre une texture un peu oolithique, ou bien il est parsemé de points verts ou noirs. Mais il est encore magnésifère malgré cette variété de texture, si différente de celle qui appartient généralement au *muschelkalk*.

Les caractères que nous venons d'indiquer d'après M. Elie de Beaumont, sont particuliers au calcaire conchylien des environs de Sierck. Mais près de Bourbonne-les-Bains, il offre quelques différences : ainsi sa couleur grise passe quelquefois au gris jaunâtre et au gris bleuâtre; certaines parties un peu schisteuses présentent sur les surfaces de stratification

quelques paillettes de mica; d'autres parties offrent une grande quantité de vacuoles, contenant une matière terreuse blanchâtre qui paraît être magnésienne; enfin, le calcaire qui présente ce genre d'accident se divise d'une manière assez nette en prismes, dans un sens perpendiculaire aux plans de séparation des couches.

Les détails que nous venons de donner sur l'étage inférieur de la formation conchylienne en France, suffisent pour faire voir qu'il présente une assez grande analogie avec le même étage en Allemagne, ainsi qu'il sera facile de s'en convaincre par le peu de mots que nous allons en dire.

ÉTAGE INFÉRIEUR.

En Allemagne.

Suivant M. Alberti, l'étage inférieur qu'il nomme groupe du *Wellenkalk* à cause de sa stratification ondulée, est ordinairement composé de calcaire et de marnes qui alternent ensemble.

Le calcaire est d'une texture compacte et d'une couleur gris-bleuâtre, gris de fumée et gris noirâtre, comme celui de l'étage supérieur.

Les marnes sont grises, très-feuilletées et se délaient facilement dans l'eau.

Près du Schwarzwald, c'est-à-dire de la Forêt Noire, le calcaire fait place à de la dolomie et les marnes contiennent aussi du carbonate de magnésie.

Cet étage renferme en Allemagne peu de substances étrangères; les principales sont le gypse et le sel marin.

Les fossiles y sont peu abondans, ils occupent principalement la partie inférieure; ils sont à peu près les mêmes que ceux de l'étage supérieur : les plus communs sont la *Mia mactroides*, le *Plagiostoma lineatum* et les *Avicula socialis* et *Bronni*. Les espèces que l'on y trouve et qui ne paraissent pas appartenir à l'étage supérieur, sont les *Ammonites Buchii* et *subnodosus*, ainsi que le *Nummulites Althausii* [1].

Comme il y a passage entre le *muschelkalk* et le grès bigarré et que celui-ci renferme aussi des amas salifères, il est difficile dans certaines localités de ne pas confondre le sel

[1] *Élémens de géologie*, par M. d'Omalius d'Halloy. 2e édition, pag. 400.

gemme de l'un avec celui de l'autre. Toutefois, nous devons dire que, suivant M. Voltz, lorsque ce minéral manque, sa place est ordinairement marquée par des schistes marno-argileux qui contiennent quelquefois du gypse.

Nous avons exposé les principaux caractères que présentent les trois étages que l'on peut distinguer dans la formation conchylienne. Mais ces étages sont si peu distincts, et quand ils existent ils sont si intimement liés, que l'on peut à la rigueur les considérer comme des divisions artificielles. Il n'en reste pas moins constant que cette formation se compose en général, de marnes et quelquefois d'argiles qui séparent des couches de calcaire.

Assez souvent les lits marneux sont un peu arenacés. La stratification de la formation conchylienne est en général très-régulière, et ordinairement si peu inclinée, que M. d'Omalius d'Halloy a long-temps désignée le *muschelkalk*, sous la dénomination de *Calcaire horizontal*.

Cette formation est presque aussi riche en fossiles que la formation liassique : les coquilles appartiennent, en général, aux genres *Térébratule*, *Ammonite*, *Plogiostome*, *Avicule*, *Moule*, *Lingule*, etc. Les végétaux au genre *Nevroptesis;* les radiaires au genre *Encrinites*, et les reptiles aux genres *Ichthyosaure*, *Plesiosaure* et *Chelonée*. On y trouve aussi des *Zoophytes*, des *Annelides*, des *Crustacés* et des *Poissons*, ainsi que de petits corps organisés que l'on regarde avec assez de vraisemblance comme des becs de sèches. Les plus caractéristiques de ces corps sont l'*Ammonites nodosus*, l'*Avicula socialis*, l'*Encrinites liliiformis*. Les encrines ou entroques sont tellement nombreux dans le *Muschelkalk* de plusieurs localités, que des géologistes allemands l'ont nommé *calcaire* à *entroques* (*Trochitenkalk*).

Ce qui peut servir à distinguer le calcaire conchylien de celui qui lui est inférieur et de celui du Lias qui lui est supérieur, c'est qu'on n'y trouve ni les *Productus* du premier, ni les *Belemnites*, ni les *Gryphées* du second. Et relativement aux ammonites, nous devons faire remarquer avec M. Elie de Beaumont, qu'il ne s'y en trouve aucune qui présente « ces festons compliqués, et ces persillures,
» qui, dans les ammonites moins anciennes marquent si
» souvent la jonction des cloisons avec l'enveloppe exté-
» rieure; mais que toutes, au contraire, ont des cloisons à
» inflexions simples quoique multipliées, et qui présentent

» seulement, dans certaines parties de leur courbure, de
» petites dentelures pareilles aux dents d'une scie [1]. »

Les substances minérales de la formation conchylienne sont plus nombreuses que celles de la formation keuprique : outre le fer hydroxidé et le fer sulfuré, la célestine, la barytine, la karstenite, le gypse, le mica, le quarz, la calcédoine, l'aragonite, le sel gemme ; on y trouve des gites métallifères quelquefois importans qui comprennent la calamine et la galène ; quelquefois aussi ce sont des veines peu considérables de cuivre carbonaté, de cuivre oxidulé, et de cuivre pyriteux, qui ont assez ordinairement la barytine pour gangue.

Formes du sol de la formation conchylienne. — Les couches de cette formation constituent en France des montagnes peu élevées, mais des plaines assez étendues. Elles couvrent des espaces fort considérables, particulièrement autour de la chaîne des Vosges. En Allemagne, le *muschelkalk* forme de très-vastes plateaux, dans le pays de Bade, celui de Wursbourg et le Wurtemberg.

Lorsque le *muschelkalk* est en couches horizontales, il forme, comme dans la Lorraine, des collines à pentes douces.

Les cimes des montagnes composées de *muschelkalk* sont ordinairement arrondies, et présentent la même ondulation que les couches qui les composent. Lorsqu'elles offrent une pente douce et un escarpement, la pente douce est toujours occupée par le calcaire et l'escarpement par les grès de la formation pœcilienne sur lesquels elle repose. Quelquefois leur dos est long et étroit, ou bien elles forment des collines plates ou légèrement bombées. Elles sont sillonnées par de nombreux ravins, dans lesquels on rencontre souvent des groupes de roches disposées d'une manière bizarre. Dans les hautes montagnes, on voit souvent des sommets de calcaire conchylien pointus ou assez bizarrement découpés ; ses pentes sont alors rapides et ses escarpemens verticaux. Ces aspects sont surtout remarquables dans les montagnes qui flanquent les Alpes.

Le long de certaines chaînes le *muschelkalk* présente des redressemens considérables, comme dans les Vosges, depuis Salerne jusqu'au delà de Soultz-les-Bains ; sur le pied occi-

[1] Observations géologiques sur les différentes formations qui, dans le système des Vosges, séparent la formation houillère de celle du lias, pag. 106.

dental du *Schwarzwald*, et dans le Jura, au-dessus de Soleure.

Les couches du calcaire conchylien sont généralement peu puissantes relativement à leur étendue, ce qui explique pourquoi on les voit souvent disparaître brusquement.

Utilité dans les arts. — Le calcaire compacte de la formation conchylienne fournit de la chaux grasse et de bonnes pierres de construction ; certains calcaires peu coquillers et assez durs pour prendre un beau poli, sont exploités sous le nom de marbre à Épinal, et dans quelques parties de l'Allemagne ; nous en avons vu plusieurs variétés d'une teinte et d'un aspect fort agréables. La limonite en grains de l'étage supérieur, donne un excellent minerai. La karstenite à texture saccharoïde est souvent employée comme marbre. La dolomie donne une assez bonne chaux hydraulique. Les couches d'argile qui alternent avec le calcaire compacte fournissent une très-bonne terre pour la fabrication de la poterie. Aux environs de Luxembourg, dans la vallée de l'Alzette, des carrières assez considérables sont ouvertes dans le gypse.

Le sel gemme est l'objet d'exploitations plus ou moins considérables dans le royaume de Wurtemberg, le grand-duché de Bade, et celui de Hesse-Darmstadt. Les salines que l'on y exploite sont au nombre de huit : quatre appartiennent au Wurtemberg, savoir : Willemshall, près de Schwemmingen ; Willemshall près de Rothmünster ; Friedricshall près de Iaxtfel ; Clémenshall près d'Offenau, et Willemsglük près de Dall, dont on extrait du sel en roche ; deux dans le grand-duché de Bade : Dürrheim et Rappenau ; et celle de Ludwigshall près Wimpfen, dans le grand-duché de Hesse-Darmstadt. Ces huit salines fournissent annuellement 400,000 quintaux métriques de sel.

Dans la Silésie, des gîtes de calamine, de galène, et de fer hydroxidé sont assez riches pour mériter d'être exploités.

Quand le calcaire, dit M. Rozet, est en strates peu inclinés, sa surface marneuse est assez fertile ; il y croît des céréales et de fort beaux bois, comme dans le Wurtemberg ; mais lorsque l'inclinaison est un peu forte, les eaux filtrant à travers les fissures des roches, laissent à sec la surface du sol, qui est aride ou couverte d'une végétation languissante.

FORMATION PŒCILIENNE [1].

Comprenant :
- La *formation du grès bigarré*, des géologistes français;
- La *grauwacke des Alpes*, de plusieurs autres géologistes;
- Le *Bunter sandstein*, ou *Bogesen sandstein*, des Allemands;
- Le *New-redsan-stone*, ou grès et conglomérats, des Anglais;
- Le *Grès de Nebra*, de M. de Humboldt;
- Le 4e *groupe des terrains abyssiques pæciliens*, de M. Al. Brongniart;
- Une partie du grès houiller des Karpathes, de M Beudant;
- Le grès des Vosges.

Nous empruntons à la nomenclature de M. Al. Brongniart la dénomination de *Pœcilienne* que nous donnons à cette formation, puisqu'elle désigne, d'après son étymologie grecque, les couleurs variées qui distinguent les grès ou psammites et les marnes qui la composent.

Considérée dans son ensemble, cette formation offre une nombreuse série de couches de marnes bigarrées, et de grès micacés ou psammites brunâtres, ou rougeâtres ou bariolés, en strates qui vont en augmentant d'épaisseur à mesure que l'on descend dans la partie inférieure de cet ensemble de couches. Ces couches sont ordinairement horizontales ou peu inclinées. Les paillettes de mica, les grains de quarz, les galets même de différentes roches, qui entrent dans la composition des grès de cette formation ou des grès bigarrés sont autant d'indices de son origine sédimenteuse. On y remarque souvent un grand nombre de corps organisés, principalement des végétaux terrestres; et les coquilles marines que l'on y trouve indiquent la nature des eaux dans lesquelles ces sédimens se sont déposés et solidifiés.

Les couches, subordonnées à cette formation, se composent de grès schisteux, micacés, quelquefois de grès quarzeux, d'agglomérats ou de poudingues également quarzeux, de calcaire quelquefois magnésien, d'autrefois globulaire, appelé alors *Horn mergel* par les Allemands, de calcaire compacte qu'ils nomment *Wellenkalk*, de marne calcaire bitumeuse et d'argiles calcarifères contenant du sel et

[1] Du mot grec Ποικιλος, bigarré.

du gypse. Cette dernière substance y forme des amas et très-souvent de petits filons.

On n'y connaît aucune couche de combustible, non plus que dans le *grès vosgien*, dont nous faisons une subdivision de la *formation pœcilienne.*

Il n'est pas plus facile de partager cette formation en étages que la formation conchylienne ; cependant les couches supérieures et les couches inférieures présentent des caractères assez tranchés pour qu'il soit possible et même utile d'y déterminer au moins deux étages ; ce n'est qu'entre ces deux extrêmes que les caractères sont difficiles à saisir. Nous présentons donc la division suivante, comme un moyen de faciliter l'étude de cette formation.

ÉTAGE SUPÉRIEUR.

Ce qui sert à reconnaître la partie supérieure de la formation pœcilienne, ce sont les alternances de grès et de marne qu'on y remarque dans la plupart des localités. Les marnes offrent souvent, comme cela arrive fréquemment dans le département de l'Aveyron, beaucoup de ressemblance avec les marnes irisées ou keupriques : elles sont un peu schisteuses, verdâtres ou rouges. M. Al. Brongniart a proposé de les distinguer des marnes keupriques par la dénomination de *marnes pœciliennes.* Elles en diffèrent, au surplus, par l'abondance des lames de mica argentin. Très-souvent, comme nous l'avons observé à Baccarat, dans le département de la Meurthe, elles renferment des végétaux qui ressemblent à des graminées. Ces marnes sont toujours disposées en petits lits minces. Elles sont souvent assez argileuses pour pouvoir être employées à faire des briques. Dans un grand nombre de localités, elles renferment des veines de gypse blanc fibreux, comme aux environs de Sierck et de Tromborn, dans le département de la Moselle, et de Figeac, dans le département du Lot, etc. C'est à un gisement semblable qu'appartient le dépôt gypseux que les géologistes allemands ont appelé *second gypse de la Thuringe.* Ces amas de gypse sont plus ou moins considérables, mais toujours irréguliers. Quelquefois encore, mais plus rarement, ces mêmes marnes contiennent des amas de sel gemme, comme dans le Wurtemberg, la Souabe, etc., en assez grande quantité pour mériter d'être exploités. A Baccarat même, nous avons remarqué des débris de végétaux qui se couvrent d'efflorescences salines.

Les grès de cet étage, véritables psammites, sont très-chargés de paillettes de mica jaunâtre ou blanchâtre, qui sont surtout fort abondantes sur les faces de stratification. Leurs couches n'ont souvent que 1 à 2 centimètres d'épaisseur. Quelquefois ils se divisent en feuillets minces ordinairement planes, mais quelquefois aussi contournés. Ils n'ont pas toujours beaucoup de consistance ; mais lorsqu'ils sont solides on les exploite pour être employés comme dalles, ou pour remplacer l'ardoise. Leur couleur est ou le rouge amaranthe foncé, ou le gris jaunâtre, et d'autres fois le bleuâtre.

Souvent les couches supérieures du premier étage contiennent une dolomie schistoïde à feuillets épais, d'une couleur gris bleuâtre ou jaunâtre, et se confondant parfois dans la partie supérieure de l'étage avec les premières assises du muschelkalk.

En général, l'étage supérieur est celui qui renferme le plus de végétaux fossiles appartenant au genre *Calamites*, végétaux toujours d'une grande dimension : l'espèce de ce genre, qui se trouve le plus communément dans cet étage, est le *Calamites arenaceus*.

Avant de passer à la description de l'étage inférieur, peut-être ferons-nous bien de donner ici la coupe qui a été faite par M. Elie de Beaumont, entre le village de Laumesfeld et la petite ville de Sierck, près de laquelle on voit un exemple du grès bigarré.

Le village de Laumesfeld est bâti sur les marnes irisées, qui sont ici bleuâtres et rougeâtres, et se désagrégent en petits fragmens, dont les surfaces présentent des formes conchoïdales.

Celui de la Haute-Cierque, que l'on voit plus loin, s'élève sur la partie supérieure du *Muschelkalk*, dont les couches plongent un peu au sud-est.

En descendant vers Sierck, on passe sur le grès bigarré de l'étage supérieur. On remarque d'abord des marnes tantôt rouges, tantôt bleuâtres ou grisâtres qui se distinguent des marnes irisées, en ce qu'elles sont un peu schisteuses. Ce sont ces marnes qui renferment des amas de gypse blanc ou rougeâtre, compacte et fibreux, qui paraît correspondre, ainsi que nous l'avons dit précédemment, au second gypse de la Thuringe. Ces marnes passent à un grès marneux qui devient quarzeux et solide, et dont les fissures de stratification sont couvertes de paillettes de mica. La couleur de ce grès est le rougeâtre avec des taches bleuâtres. Ses couches plongent légèrement au sud-est, comme celles du muschelkalk,

Près de Sierck, on voit le grès bigarré reposer sur le grès rouge ancien dont nous parlerons plus tard. (*Pl.* 22, *fig.* 2.)

ÉTAGE INFÉRIEUR.

On reconnaît l'étage inférieur à l'épaisseur des assises du grès micacé ou psammite, à la finesse de son grain et à sa dureté, beaucoup plus grande que dans l'étage supérieur.

Dans la partie supérieure, les marnes sont moins fréquentes que dans l'étage que nous venons de décrire; et le grès toujours bigarré, c'est-à-dire bleu, jaune rougeâtre ou d'un rouge amaranthe, et quelquefois même verdâtre, est légèrement schisteux. Dans la partie inférieure les couches, en acquérant une épaisseur de 2 à 4 mètres, se montrent presque sans fissures transversales, et deviennent assez dures pour pouvoir fournir de bonnes pierres de taille et des meules à aiguiser.

Les couches de cet étage renferment quelquefois de petits noyaux d'argile blanche, et les paillettes de mica y étant disposées irrégulièrement, ne donnent point à la masse de grès un tissu schisteux.

Dans les Vosges, on y remarque des noyaux aplatis d'argile bleuâtre, dont le grand axe, dit M. Elie de Beaumont, a souvent plusieurs décimètres, et est toujours horizontal [1]. Souvent, comme aux environs de Remiremont et de Châtillon-sur-Saône, ce psammite est blanchâtre.

Dans les Vosges encore, certaines couches inférieures, par les galets de quarz qu'elles renferment, ressemblent au grès vosgien et doivent en être peu éloignées, car ce grès y supporte les diverses couches de la formation pœcilienne. Mais ce qui distingue le grès pœcilien du grès vosgien, c'est que le premier, même quand il contient des galets, renferme un grand nombre d'empreintes végétales; ce qui n'a jamais lieu dans le grès vosgien.

On trouve aussi, dans la partie inférieure de cet étage, des lits de rognons d'un calcaire dolomitique, qui alternent avec les couches de psammite.

Dans la région méridionale de la France, et particulièrement aux environs de Rhodez, le grès bigarré est composé de grains de quarz hyalin bleu et violacé, et de grains de feldspath : ce qui lui donne l'aspect et les caractères de l'*arkose*, nom qu'on ne peut même guère lui refuser.

[1] Mémoires pour servir à la description géologique de la France, tom. I[er].

D'autres fois, comme dans les collines qui environnent Tarascon, le grès bigarré présente des couches à grains fins qui alternent avec d'autres couches composées presque exclusivement de galets de quarz de différentes grosseurs, réunis par un ciment marneux.

Dans l'étage inférieur on trouve, comme à Domptail (Vosges), des empreintes végétales et des moules de coquilles appartenant aux genres *Strombites*, *Mylitus* et *Trigonelites* de Schlotheim, ainsi que les débris d'ossemens de sauriens, et de reptiles.

Les végétaux y sont souvent convertis en une sorte de terre d'ombre ou en fer hydraté; quelques-uns présentent des cellules remplies d'une substance noire et luisante ayant les caractères de la houille. Enfin, les coquilles sont accumulées entre les couches de grès ou d'argile feuilletés qui séparent les bancs pierreux ou bien elles forment des nids de peu d'étendue au milieu même de ces bancs. (*Pl.* 22, *fig*. 3.)

On trouve dans le grès bigarré, outre le mica qui le caractérise et le sel gemme qui l'accompagne quelquefois, l'argile et le quarz qui y forment des rognons, du fer hydraté, du manganèse, de la barytine et de la karstenite.

SOUS-FORMATION VOSGIENNE.

Comprenant ; { La formation du grès des Vosges, de la plupart des géologistes français;
Une partie du terrain vosgien, de M. Rozet.

Lorsque dans le tableau des terrains, que nous avons donné dans le tome I[er] de cet ouvrage, nous avons placé la *formation vosgienne* à la partie supérieure du terrain de grès rouge ou de notre *terrain psammérytrique*, nous nous fondions sur une observation faite par M. Elie de Beaumont, entre Forbach et Sarreguemines, dans une localité que nous avons eu occasion de visiter depuis lui, et où l'on voit le grès bigarré reposer en stratification discordante sur le grès vosgien : d'où l'on pouvait conclure que ces deux grès appartiennent à deux terrains différens.

Nous savions cependant que M. Alberti comprenait dans son *terrain triasique*, non-seulement les formations que nous venons de décrire, mais encore le grès des Vosges; que M. de Léonhard, dans son Traité de Géologie, considère comme analogue le grès bigarré et le grès vosgien ; enfin que M. Rozet, allant beaucoup plus loin que M. Al-

berti, comprend, dans son *terrain vosgien*, et les formations que nous venons de décrire, et le grès des Vosges, et le calcaire, appelé *zechstein* par les Allemands, et le grès rouge, inférieur à ce calcaire. Mais ces opinions diverses ne nous parurent pas d'abord devoir détruire les conséquences à tirer de la stratification discordante du grès bigarré et du grès vosgien.

Ne voit-on pas des terrains, de natures minéralogiques différentes, passer de l'un à l'autre, et former même des alternances plus ou moins nombreuses avant de se séparer nettement, et cependant on est obligé de les diviser théoriquement pour mettre de la clarté dans les méthodes.

Nous convenons que la discordance de stratification des deux grès dont il s'agit, n'est point un motif impérieux pour le séparer, puisque nous n'avons pas fait du lias un terrain distinct de l'oolithe : bien que les environs de Lons-le-Saulnier présentent ces deux calcaires en stratification discordante. Mais les caractères si différens du grès bigarré et du grès vosgien, sous le rapport de la composition et de la texture, ainsi que sous celui des débris organiques, dont le premier est si riche, et dont le second est presque entièrement dépourvu, semblent, au premier abord, des motifs qui, avec les différences de stratification, pourraient justifier leur séparation.

Toutefois les observations qui nous ont été faites par des géologistes allemands et français ; les localités que nous avons visitées dans le royaume de Wurtemberg, depuis la publication de notre tome Ier ; l'impossibilité où l'on se trouve dans la plupart des contrées de l'Allemagne, de séparer les deux grès en question ; enfin la nature et le but de cet ouvrage, qui nous font un devoir de nous conformer, autant qu'il est possible, aux opinions généralement admises, nous ont déterminé à comprendre le grès vosgien dans le terrain keuprique ou triasique, et à le considérer comme une dépendance de la formation pœcilienne dont il constitue une sous-division.

D'après ce que nous venons de dire sous la dénomination de *sous-formation vosgienne*, nous comprenons le *grès des Vosges* proprement dit, en le distinguant du grès rouge auquel même il passe, et sur lequel il repose dans les Vosges.

Le grès vosgien est une roche arénacée, quarzeuse, rougeâtre, essentiellement composée de grains de quarz qui varient de grosseur, depuis celle du millet jusqu'à celle du poing, et souvent au-delà. Ces grains sont cimentés quel-

quefois par une argile d'un rouge violet, d'un rouge pâle, ou d'un jaune ocreux, et d'autres fois par un ciment siliceux. Cette roche est plus ou moins chargée d'oxide de fer. Tantôt on y remarque des grains de feldspath, soit intact, soit décomposé, et tantôt des paillettes de mica.

Ce grès renferme si peu de débris organiques, que la plupart des géologistes s'accordent à le considérer comme en étant totalement privé. Cependant M. Hogard assure avoir recueilli quelques bivalves marines dans cette roche aux environs de Plombières; et M. le Dr Mougeot de Bruyères y a trouvé un morceau de bois silicifié qui adhérait encore au grès.

Le grès vosgien est en général nettement stratifié, et ses couches, qui varient d'épaisseur, sont presque toujours horizontales.

On pourrait le considérer comme ne formant qu'un seul étage; mais en l'examinant avec un peu d'attention, on voit qu'il est facile de distinguer, par la grosseur des grains, la partie supérieure de l'inférieure : nous le diviserons donc en deux étages distincts.

ÉTAGE SUPÉRIEUR.

Dans sa partie supérieure, le grès vosgien s'est présenté à nous dans les environs d'Epinal et de Remiremont, et à MM. Elie de Beaumont et Rozet, qui l'ont examiné dans un grand nombre de localités des Vosges, dont il forme la ceinture, avec les caractères suivans.

Les grains amorphes qui le composent sont souvent incolores et translucides, quelquefois d'apparence cristalline, à facettes miroitantes, reflétant vivement la lumière du soleil, et d'une grosseur qui varie entre celle du millet et celle du chènevis. Ces grains quarzeux sont ordinairement recouverts d'un léger enduit d'oxide de fer; mais au milieu d'eux on remarque quelquefois d'autres grains d'un blanc mat : ce sont des cristaux déformés de feldspath ou des fragmens de cristaux en décomposition. Dans quelques variétés, dit M. Elie de Beaumont, on distingue, entre les grains de quarz, de très petites masses d'argile blanche qui ne paraissent être que les grains de feldspath tout-à-fait décomposés. Quelquefois aussi des paillettes de mica blanc y sont disséminées irrégulièrement.

Cette roche s'égraine aisément, et mérite alors parfaitement le nom de *pierre de sable*, par lequel on la désigne

dans les Vosges. Lorsque son ciment plus siliceux lui donne une solidité convenable, elle se divise naturellement en gros blocs, présentant grossièrement la forme de parallélipipèdes. Elle est alors exploitée pour la bâtisse.

On remarque dans certains blocs de gros nodules argileux, d'un brun jaunâtre ou rougeâtre, dont quelques-uns ont 3 à 4 décimètres de diamètre, et qui, se détruisant par l'action de l'atmosphère, forment des cavités dans ces blocs; ou bien qui, résistant à cette action plus que le reste de la roche, y restent en saillie. Quelquefois ce grès renferme de petits filons de fer hydraté, qui s'y dessinent en arêtes saillantes.

M. Elie de Beaumont a observé aussi que le grès vosgien paraît souvent composé d'espèces de feuillets un peu courbes qui se croisent sous différens angles, dans un même bloc. Ces feuillets ne sont que le résultat de la consolidation des petites couches formées par les ondulations des eaux dans les couches plus épaisses des dépôts arénacés. Ils représentent tout-à-fait la disposition que nous avons fait remarquer dans les dépôts clysoniens des environs de Paris, dans les calcaires supercrétacés supérieurs des environs de Saumur, et dans quelques mollasses de la Suisse. On en prendra une idée par la figure qu'en donne M. Elie de Beaumont. (*Pl.* 22, *fig.* 8.)

ÉTAGE INFÉRIEUR.

La roche que nous venons de décrire présente, dans ses couches inférieures, une grande quantité de galets ou cailloux roulés, depuis la grosseur d'une noisette jusqu'à celle du poing, et même au delà : quelques-unes ont 10 centimètres de diamètre. Il résulte de la présence de ces cailloux un véritable poudingue, dont la pâte est le grès vosgien lui-même, tel que nous venons de le présenter dans le premier étage. Les galets dont nous parlons sont presque tous quarzeux, et paraissent être des débris roulés des filons et des veines de quarz que l'on remarque dans les Phyllades et les Micaschistes des Vosges. On en voit un grand nombre formés d'un quarz gris rougeâtre, ou d'un blanc grisâtre à cassure inégale et souvent un peu grenue, renfermant fréquemment de petites paillettes de mica brun rougeâtre; quelquefois ils présentent les indices d'une structure schisteuse; quelquefois, mais plus rarement, ils sont formés de quarz rouge compacte, ou de quarz noir, soit compacte, soit grenu,

dont plusieurs sont traversés par de petites veines de quarz blanc : ces veines se remarquent aussi dans les galets de quarz rouge ou gris rougeâtre [1].

« Parmi ces cailloux quarzeux, dit M. Rozet, on en trouve quelques-uns d'Eurite compacte, gris et jaunâtres ; très-peu d'Eurite porphyroïde et de Diorite, qui ont subi un commencement de décomposition. Ces cailloux sont les mêmes dans toute l'étendue de la chaîne des Vosges ; et les principales variétés que l'on peut y distinguer sont toujours à peu près dans les mêmes proportions. »

Au-dessous des assises du grès vosgien à cailloux roulés, on arrive par une dégradation presque insensible à des couches peu solides, dans lesquelles les cailloux roulés présentent plutôt l'aspect d'un dépôt clysmien ou de transport, que celui d'une roche de poudingue. Les élémens y sont plus grossiers, la couleur rouge y est plus foncée ; quelquefois on y remarque des parties jaunes ou d'un gris bleuâtre. La marne y joue un rôle plus important : elle se présente en strates fissiles, et couvertes de paillettes de mica blanchâtre, qui rappellent, suivant M. Elie de Beaumont, le grès bigarré proprement dit. Quelquefois, ajoute-t-il, ces couches argileuses et marneuses offrent un grand nombre de cristaux de feldspath blanc et en décomposition, qui leur donne un aspect pseudo-porphyrique.

C'est au milieu de ces marnes, et plus ordinairement au-dessous, que le grès vosgien passe à un conglomérat grossier, à une sorte de dépôt de transport, composé de fragmens de porphyre et de roches anciennes, qui ont été remaniés par les eaux pour former la roche qui nous occupe.

Cette partie de l'étage inférieur prend un assez grand développement dans les localités ci-après, où M. Elie de Beaumont l'a observé. A Ronchamps, dans le département de la Haute-Saône ; aux environs de Villé, dans celui du Bas-Rhin ; près de Bruyères et de Raon-l'Etape où nous l'avons aussi observé dans celui des Vosges ; aux environs de Sarrebruck, etc.

L'étage inférieur du grès vosgien est souvent traversé par de petits filons ferrugineux, qui se font même remarquer dans la partie la plus friable. Ces filons sont quelquefois assez abondans dans les Vosges pour être exploités. Ils y

[1] M. *Elie de Beaumont* : Observations géologiques sur les différentes formations, qui, dans le système des Vosges, séparent la formation houillère de celle du lias. — Mémoire pour servir à une description géologique de la France, tom. 1, pag. 22 et 23.

sont accompagnés de carbonate, de phosphate et d'arseniate de plomb. La galène, la calamine et le cuivre se trouvent aussi en petites quantités dans la sous-formation vosgienne.

Le grès vosgien passant souvent au grès rouge, n'est facile à distinguer de celui-ci que dans les Vosges, où il est très-développé; et sur la rive droite du Rhin où, moins développé qu'en France, il présente cependant les mêmes caractères.

En Angleterre, et dans d'autres parties de l'Europe, il se confond avec des conglomérats rouges qui appartiennent à la formation inférieure du terrain pénéen.

FORMATION PŒCILIENNE.

En Allemagne.

En Allemagne, et particulièrement dans l'ancien pays de Souabe, réparti aujourd'hui entre le royaume de Wurtemberg, le grand-duché de Bade et la partie occidentale de la Bavière, la formation pœcilienne se divise aussi en deux étages, mais ils diffèrent de ceux de la France en ce que le supérieur est composé de grès bigarré, et l'inférieur de grès rouge.

L'étage du grès bigarré présente à sa partie supérieure des argiles feuilletées rouges qui passent à des marnes grises, et qui, devenant ensuite de plus en plus sableuses, passent à un psammite fissile qui se divise en grandes dalles, dont on se sert pour paver les habitations, et en feuillets minces qui servent à couvrir les toits. En descendant dans cet étage, le psammite se présente en couches de plus en plus épaisses, à texture massive, et ordinairement d'un brun rougeâtre. Lorsqu'il est bariolé, ce qui est rare, le blanc, le jaune, le vert, le brun ou le noir, forment des taches ou des raies sur un fond rouge ou blanchâtre. Ce psammite contient beaucoup de paillettes de mica blanc argentin; il renferme souvent des nids d'argile.

L'étage inférieur est en général composé d'un grès assez pur, bien qu'il soit coloré en rouge par l'oxide de fer. Quelquefois il présente des portions blanchâtres, brunâtres et noirâtres. Dans sa partie supérieure il passe au psammite qui le recouvre; et dans sa partie inférieure il passe au poudingue, et renferme des noyaux de diverses grosseurs, composés de quarz rougeâtre et grisâtre; quelquefois aussi son grain devient tellement fin qu'il passe au quarz grenu.

Ce grès renferme rarement des veines, des noyaux ou

des cristaux de barytine, de feldspath, de quarz, de cornaline, de calcaire, etc. Ses couches sont traversées par de fréquentes fentes. Sa stratification, généralement horizontale, est assez souvent irrégulière. Il forme une large bordure sur le versant oriental du Schwarzwald, et de l'Odenwald, et recouvre même une partie de ces montagnes, dont il couronne souvent les hauteurs.

Entre les rives du Rhin, près de Schaffhouse et la forêt Noire (*Schwarz wald*), on voit se succéder la formation jurassique, la formation keuprique, la formation conchylienne avec ses gypses, et la formation pœcilienne qui repose sur le granite et le porphyre. (*Pl.* 22, *fig.* 7.)

Dans les environs de Gotha, des recherches faites dans le but de découvrir du sel gemme, et qui ont eu un plein succès, ont été poussées jusqu'à la profondeur de 700 pieds, et ont fait connaître la puissance des couches appartenant aux formations keuprique et conchylienne.

	pieds	po.
1° Marnes irisées	113	4
2° Houille argileuse	1	6
3° Marne noirâtre, qui successivement passe au muschelkalk	20	»
4° Muschelkalk, avec ses fossiles ordinaires	319	4
5° Marne calcaire grise et blanche, avec calcaire fétide, et de petits rognons de *petrosilex* et de silex	48	»
6° Gypse	152	2
7° Gypse mélangé de sel gemme	23	2
8° Sel gemme, entièrement pur, dont la puissance n'est point encore connue	22	6
Total	700	»

Dans le baillage de Pyrmont (principauté de Waldeck), le docteur Mencke a observé en détail la formation pœcilienne : son épaisseur est de plus de 150 pieds.

Les couches supérieures se composent d'argiles bigarrées et de marnes renfermant des couches de sable et de grès, des couches de calcaire et des amas de gypse. Ces couches renferment aussi du fer oligiste, micacé, du manganèse, du chrôme oxidé et des cristaux de chaux carbonatée.

Les couches inférieures sont formées d'un grès micacé ferrugineux et rougeâtre, contenant quelquefois des fragmens d'ossemens creux, blancs et sans consistance qui appartiennent à des reptiles. On n'y trouve point de ces nids d'argile si communs dans le grès de la même formation, mais

de la barytine, des cristaux de quarz, du manganèse oxidé, du fer oxidé et du fer micacé.

Dans la province prussienne de Saxe, aux environs de la petite ville de Nébra, le grès bigarré a reçu le nom de *grès de Nébra*. Il se compose, comme le dit M. de Humboldt, de trois séries de couches alternantes ; savoir : 1° d'argile ; 2° de grès micacés et schisteux ou psammites, avec des masses d'argile d'une forme aplatie et lenticulaire, que les Allemands nomment *thongallen;* 3° d'oolithes généralement d'un brun rougeâtre. Ce grès est assez pauvre en fossiles : toutefois on y trouve les moules des coquilles suivantes : *Gryphites spiratus*, *Mytulites recens*, *Pectinites fragilis*, *et Strombites speciosus*.

FORMATION PŒCILIENNE.

En Russie.

Les vastes contrées de cet empire immense sont encore peu ou mal connues sous le point de vue géognostique. Le terrain triasique paraît y exister, mais peut-être n'y est-il pas partout complet : aussi ne parlons-nous que du grès bigarré qui a été signalé dans le bassin du Donetz, affluent du Don, par deux géologistes russes, M. Kovalevski et le major Oliviery.

Dans ce bassin, composé de roches appartenant au terrain schisteux, et au terrain carbonifère, le grès bigarré, est dans plusieurs localités superposé au grès houiller, et recouvert par un calcaire que M. Oliviery assimile au *muschelkalk;* mais sur quelques points, dit-il, la craie le recouvre immédiatement.

Ce grès contient souvent des couches de gypse, des lits très-minces de minerai de fer, et de la houille en petite quantité ; mais ce combustible, qui est vraisemblablement du *stipite*, peut-être même le *letten-kohle* des Allemands, est rempli de sulfure de fer, et d'une qualité médiocre.

Le grès bigarré forme une zone qui environne presque complétement la région montagneuse de Bakmouth, laquelle se présente, suivant M. Kovalevski, sous la forme d'une île sillonnée par une multitude de ravins et de gorges dirigées en différens sens et arrosées par plusieurs petites rivières, et un grand nombre de ruisseaux qui vont se jeter dans la rivière du Bakmouth.

Dans cette région, il est probable que la formation keuprique existe, puisque l'on voit des couches salifères com-

posées d'argiles endurcies, de schiste marneux et de gypse, compacte, grenu ou fibreux, accompagné de sel gemme. De ces mêmes couches sortent des sources salées. C'est au-dessous de ce dépôt salifère que se présente le grès bigarré avec ses argiles schisteuses subordonnées. Il est vrai que si ce dépôt représente le keuper, il manque ici à la série du *trias* le calcaire conchylien; mais on sait que le *muschelkalk* ne se présente pas partout en Europe.

Les montagnes du Lougane qui bordent la rivière de ce nom, presque jusqu'à l'endroit où celle-ci se joint au Donetz, ont en ligne droite de l'ouest à l'est 45 verstes (environ 11 lieues géographiques) de longueur; et du nord au sud, 25 verstes (environ 6 lieues de largeur). Le grès bigarré forme dans ce groupe de montagnes d'énormes assises peu inclinées ou presque horizontales, dont l'épaisseur va jusqu'à 60 archines (42^m,60); et il y occupe souvent un espace de 10 verstes ou de plus de 2 lieues. « Quant à sa nature minéralogique, dit M. Kovalevski, il présente ici différentes textures : quelquefois il est formé de gros grains de quarz et de lydienne agrégés par un ciment argileux, de manière à constituer une espèce de poudingue ou d'agglomérat; quelquefois il est pénétré d'oxide de fer et en est coloré; quelquefois les parties qui le composent sont si serrées et si fines qu'elles forment presque une masse homogène. Sous cette forme il est employé comme pierre à aiguiser, ce qui est un objet d'industrie. Le grès de cette dernière espèce se trouve plus particulièrement dans la partie occidentale de la branche des montagnes de Lougane. On y rencontre aussi souvent des bois pétrifiés[1]. »

Du reste, le grès bigarré forme rarement des saillies à la surface du sol, dans le bassin du Donetz. Il y renferme beaucoup de minerai de fer.

FORMATION PŒCILIENNE.

En Angleterre, en Ecosse et en Irlande.

Le *grès rouge*, qui dans le nord de l'Angleterre, principalement dans les comtés de Nottingham et d'York, se présente au-dessus du calcaire magnésien (*magnesian limestone*), est considéré, par le professeur Sedgwick,

[1] Aperçu géognostique sur les dépôts le long du bord du Doratz, dans la Russie méridionale; par M. *Kovalevsky*. — 1829. Traduit du russe par M. Boué.

comme le représentant du *grès bigarré* : et, en effet, il est recouvert par des marnes rouges (*redmarle*) qui représentent les marnes irisées ou keupriques du continent.

Ce grès est celui que les Anglais nomment *nouveau grès rouge* (*new red sandstone*). Par suite de son mélange ou de son alternance avec des sables, des poudingues et des marnes, il constitue une formation assez complexe. Dans sa partie supérieure il est souvent marneux, et les marnes qui le recouvrent et qui vont se confondre avec le *redmarle* sont rouges et mélangées de gypse. Dans sa partie inférieure il est à grains grossiers, souvent à peine agglutinés et passe ainsi au sable et aux cailloux roulés. Quelquefois il se présente en un conglomérat à grains fins, et les couches de sable renferment des bancs de grès blanchâtre.

Dans le comté de Berwick, en Ecosse, le *nouveau grès rouge* qui contient du gypse, comme celui du nord de l'Angleterre, borde le cours de la Tweed, et repose aussi, comme on le voit à Eccles et à Birgham-Hangh, sur le calcaire magnésien. Il alterne souvent avec des bancs de porphyre.

Sur les deux rives de la Severn, près de Shrewsbury, dans le comté de Salop, le nouveau grès rouge est superposé au terrain carbonifère.

Le comté d'Antrim, en Irlande, présente un vaste dépôt de *nouveau grès rouge* qui se prolonge jusque dans celui de Tyrone, et repose en général sur le calcaire carbonifère (*mountain limestone*). A Rhone-Hill, quelques milles à l'est de Dungannon, on exploite ce grès : ce qui permet de voir que la *formation pœlicienne* de l'Irlande se compose de marnes rouges et vertes qui passent dans leurs parties inférieures à un grès siliceux, en couches épaisses et d'un rouge sombre. Ce que le grès de cette localité offre de plus remarquable, c'est qu'on y a trouvé, en 1825, dans les couches moyennes, quelques poissons fossiles appartenant à l'espèce que M. Agassis a nommée *Palœoniscus catopterus*. C'est le premier exemple de poissons trouvés dans le nouveau grès rouge des Iles-Britanniques.

Aux environs de Lochmoden dans le comté de Dumfries, en Ecosse, le docteur Duncan a signalé la découverte faite dans une carrière de nouveau grès rouge, sur une couche de cette roche, des empreintes de pas d'animaux, que M. Buckland a reconnues pour avoir été produites par des *tortues*. Un morceau détaché de la carrière, dit ce savant, ne présente pas moins de quarante de ces pas, qui forment une

trace aussi complète que celle qu'un lièvre laisse sur la neige. Les tortues, qui ont laissé ces empreintes, marchaient, ajoute-t-il, çà et là pour gagner l'eau au bas du banc de sable qui conserve encore les traces de leurs pas.

Sur une épaisseur de 36 mètres que présente la carrière de Corncockle-Muir, on trouve plusieurs couches de grès qui présentent de ces empreintes, dont plusieurs indiquent des reptiles d'une très-grande taille, puisque M. Duncan a mesuré la distance de plus de 4 pieds entre l'empreinte des pieds de devant et celle des pieds de derrière. Quelques-unes de ces traces annoncent aussi que ces animaux ont glissé en marchant. Les impressions ne se trouvent jamais que sur une couche dont la surface supérieure contient un léger mélange d'argile; et très-fréquemment on retrouve sur la surface inférieure de la couche qui recouvre celle-ci les contre-empreintes marquées en relief.

La formation pœcilienne se montre sur un grand développement dans les contrées au nord de Shrewsbury. Elle se compose de marnes, de grès rouge ou gris, en bancs fort épais, accompagnés quelquefois de conglomérats. On y rencontre assez souvent des oxides de cuivre et de manganèse, du sulfate de strontiane et d'autres substances minérales.

FORMATION PŒCILIENNE.

En Asie.

En voyageant dans l'Inde, vers le sud du Mirzapour, le capitaine anglais Franklin examina deux chaînes de collines: l'une se termine par un plateau composé de grès, qu'il a reconnu pour le représentant du nouveau grès rouge d'Angleterre. Sa stratification est presque horizontale, et quoique dans plusieurs endroits sa continuité ait subi quelques altérations, l'existence de la même formation peut se reconnaître à travers la presqu'île de l'Inde.

La seconde chaîne de collines et de plateaux est de même une continuation de la formation du grès bigarré séparée de la précédente par une marne rouge. Elle est en général composée de roches plus tendres; le grès est fréquemment de couleurs variées; il renferme du mica, et sa structure est parfois schisteuse.

L'épaisseur générale de chacun de ces dépôts est estimée à 500 pieds. Ce qu'ils ont de remarquable, c'est qu'ils se terminent brusquement vers les plaines du Gange et sur le

territoire du Douab, entre le Gange et la Djemnah ; et que les grès que l'on remarque à Radjemal, à Chunar et à Kallindger ou sur les bords de la Djemnah, sont accompagnés de signes évidens d'une action volcanique exercée dans leur voisinage.

Suivant le capitaine Franklin, les monts Bundachel dans le Bundelcund, présentent un dépôt de roches arénacées et salifères qui correspond au grès bigarré, et qui offre des marnes irisées recouvertes par le *lias*. Le grès est couvert de trapp dans la partie occidentale de l'Inde, et s'appuie sur la chaîne granitique qui s'étend vers Odeypour et du côté du Goudjérate; tandis qu'au nord il se perd dans un désert salé jusqu'à une limite inconnue.

Entre Madras et Bellary, suivant le capitaine W. Cullen, le plateau qui s'étend de Banaganapilly à Gooty est composé de schiste argileux sur lequel repose en stratification transgressive du grès bigarré, formant des couches horizontales. La hauteur moyenne de ce plateau est de 1,400 à 1,500 pieds au-dessus du niveau de l'Océan [1].

FORMATION PŒCILIENNE.

En Amérique.

Au Mexique, en descendant, dit M. de Humbolt, des montagnes porphyriques vers les bains chauds de Totonilco-el-Grande, on remarque, au-dessus d'un calcaire ancien, un grès argileux qui se rapporte au grès bigarré, et dont les assises supérieures sont composées, près d'Amajaque, d'argiles contenant du gypse feuilleté. « Je pense, ajouta-t-il, que le grès enchâssant des masses aplaties d'argile (*thon gallen*), près de la Vera-Cruz, et renfermant à Acazonica un beau gypse feuilleté, appartient aussi, comme le gypse d'Amajaque, au grès bigarré. »

Dans la Colombie, on connaît aussi des conglomérats et des grès qui paraissent se rapporter, soit au grès vosgien, soit au grès rouge proprement dit.

Suivant M. H. Darwin Rogers, les contrées de l'Amérique septentrionale, comprises entre les chutes de la Plata et les Montagnes Rocheuses, ainsi qu'entre le Missouri, l'Arkansas et le Rio-Colorado ; enfin toutes les plaines renfermées entre les rameaux des Montagnes Rocheuses, sont composées du *New-red-Sandstone* des Anglais. Dans toute l'Amérique

[1] *Quart. orient. Magasine*; avril et juin 1827.

septentrionale, le nouveau grès rouge est salifère, et contient des lits d'argile. Généralement rouge, il est quelquefois gris ou blanc. Outre le chlorure de sodium qu'il renferme, on y trouve d'autres sels d'une saveur amère et d'une qualité purgative. Le sel se trouve souvent en bancs épais; les bords des ravins sont fréquemment incrustés de matières salines; le gypse se montre aussi dans ce grès, qui passe pour être riche en fossiles.

Dans l'état de Massachusets, près des bords de la rivière de Connecticut, au lieu nommé *Montagnes*, on exploite un grès micacé, gris, qui se divise en plaques dont on fait des dalles, et dont les couches inclinent de 5 à 30 degrés vers le sud. Ce grès paraît appartenir à la formation pœcilienne. Ce qui lui donne un certain degré d'intérêt, c'est l'analogie qu'il offre avec le grès d'Hildbourghausen pour les empreintes qu'il renferme.

Ces empreintes diffèrent de celles du grès keuprique de la Saxe et du grès bigarré de l'Ecosse, en ce qu'elles ont été évidemment formées par des animaux à deux pates, et très probablement par des oiseaux. M. Ed. Hitchcock a étudié ces empreintes avec soin; nous allons en donner la description et les figures (*Pl.* 23, *fig.* 2), d'après la note qu'il a publiée à ce sujet [1].

« Ordinairement il n'y a que trois doigts à chaque pied; dans quelques-uns seulement on voit l'empreinte d'un quatrième doigt postérieur. Quelquefois l'extrémité seule des doigts s'est imprimée comme si le sol trop ferme n'eût pas permis au talon de s'enfoncer; d'autres fois, au contraire, le poids de l'animal a refoulé le limon en forme de rebord.»

Dans plusieurs empreintes on voit derrière le talon, la trace d'un appendice postérieur rayonné, prolongé de quelques pouces, comme s'il eût été formé de soies roides (*Pl* 23, *fig.* 2-*b*), ce qui est l'opinion de M. Hitchcock; mais nous pensons qu'on ne doit peut-être y voir qu'un effet du glissement de la pate en avant.

Les conclusions du zoologiste américain, sont: 1° que ces empreintes sont évidemment les traces d'un animal bipède; 2° qu'elles ne peuvent avoir été faites que par des oiseaux; 3° qu'elles correspondent tout-à-fait aux traces de ces animaux, présentant la même division ternaire antérieurement et ses doigts, fréquemment et peut-être toujours, terminés par des ongles. En conséquence, il propose de

[1] *American Journal of sciences and arts*, by Silliman. 1836, n° 1.

donner à ces empreintes le nom d'*Ornithichnites*, c'est-à-dire *traces d'oiseaux sur la pierre*[1].

Peut-être trop empressé de soumettre ces *traces* aux règles de la classification, M. Hitchcock les rapporte à des oiseaux de l'ordre des *Gralles*, et en forme deux divisions : les *Pachydactyles*, dont les doigts sont épais, et les *Leptodactyles*, dont les doigts sont minces. Puis il divise ces ordres en espèces et en variétés.

La première espèce de Pachydactyle est l'*Ornithichnites giganteus* (*Pl.* 23, *fig.* 2-*a*), qui provient d'un oiseau qui a dû avoir en effet une taille gigantesque, puisque M. Hitchcock cite des empreintes de cette espèce qui ont 15 pouces anglais de longueur, avec des ongles de 2 pouces. L'intervalle des traces est de 4 à 6 pieds. Cet oiseau devait marcher très-lentement.

M. Hitchcoch comprend encore, dans le même ordre, deux autres espèces : l'*Ornithichnites tuberosus* et l'*Ornithichnites dubius*, avec plusieurs variétés.

La première espèce de l'ordre des *Leptodactyles* est l'*Ornithichnites ingens* (*Pl.* 23, *fig.* 2-*b*.), remarquable par le prétendu appendice rayonné du talon. L'oiseau qui a formé cette trace devait être aussi d'une très-grande taille, puisque l'empreinte de son pied, sans l'appendice, a 14 à 16 pouces anglais de longueur. L'intervalle de ses pas est de 6 pieds. Cette espèce compte de nombreuses variétés de taille.

La seconde espèce est l'*Ornithichnites palmatus* (*Pl.* 23, *fig.* 2-*c*). Ses traces ont quatre doigts, réunis deux à deux par une palmure, ce qui les ferait prendre plus aisément pour une impression végétale. Elles sont longues de 3 pouces.

La troisième espèce est l'*Ornithichnites tetradactylus* (*Pl.* 23, *fig.* 2-*d*), dans laquelle le graveur américain n'a pas représenté un quatrième doigt, dont l'extrémité doit être marquée à droite vers le bas, à une certaine distance du talon. Elle a 2 pouces et demi à 3 pouces et demi de longueur.

La quatrième espèce est l'*Ornithichnites minimus* (*Pl.* 23, *fig.* 2-*e*), dont la trace présente trois doigts larges et courts. Sa longueur est de 6 à 18 lignes.

Enfin, une cinquième espèce est l'*Ornithichnites diversus*.

Toutes ces traces se montrent alignées sur les couches de grès, comme celles des oiseaux vivans.

[1] De ὄρνις, oiseau, et ἴχνος, empreinte.

Aux États-Unis, on a signalé dans des couches qui paraissent appartenir à la formation qui nous occupe la présence de plusieurs espèces de poissons.

La localité dont il s'agit se trouve aux environs de Durham, entre Middletown et Newhaven, dans l'état de Connecticut. On y voit, dit M. Mather, des poissons changés en houille bitumineuse ; quelques-uns ont le corps contourné, mais la plupart sont couchés à plat. Ces impressions sont entre des couches de calcaire bitumineux alternant avec un grès micacé gris schisteux. Cette assise se trouve entre un grès grossier rouge qui forme les couches les plus supérieures, et une argile schisteuse à impressions végétales qui repose sur un grès grossier [1].

Le dépôt de calcaire, d'une texture arénacée, appartient, ajoute M. Mather, à la formation du nouveau grès rouge (*new red sandstone*), qui s'étend depuis Newhaven, par Middletown, Hartford, Springfield et Northampton, jusque dans la partie septentrionale du Massachusets.

Les couches de grès ne sont pas tout à fait horizontales, elles inclinent de 3 à 15 degrés à l'est sud-est. Ces couches sont fort disloquées ; elles présentent souvent des failles ; et çà et là des filons trappéens traversent le grès. A 3 milles à l'ouest, il y a une chaîne de Grunstein (Diorite), et à 3 milles à l'est une autre chaîne de gneiss et de micaschiste avec des protubérances d'un granite grossier. Le granite sort en couches de 30 à 40 pieds d'épaisseur du milieu du gneiss ou du micaschiste, en formant des mamelons de 50 à 100 pieds de hauteur.

Dans la partie du nord-ouest de l'état de New-York ; dans celui de l'Ohio et plus à l'ouest, on trouve le grès bigarré (*new red sandstone*), accompagné de dolomie, de gypse et de sel. Il occupe presque toute la vallée du Missisipi, s'étend à une grande distance, au delà des grands lacs et forme le saut de Sainte-Marie entre le lac Huron et le lac Supérieur.

D'après la description que M. Gipson a donnée des roches qui sont superposées à ce grès, il serait possible d'admettre que le *muschelkalk* existe dans l'Amérique septentrionale.

Suivant ce géologiste, au-dessus du grès se trouve un dépôt calcaire, qui forme la cataracte du Niagara, et qui borde à l'est le lac Erié. Elle s'élève abrupte à la hauteur de

[1] Note adressée à la Société géologique de France, où elle fut lue dans la séance du 17 novembre 1834.

220 pieds au-dessus du grès. Ce calcaire qui a été par erreur regardé comme siliceux, est compacte, argileux, fétide et d'une couleur fauve, alternant avec des veines d'un gris bleu; il contient des entroques et quelques coquilles. On en tire une bonne pierre de construction. Suivant M. Gipson, il correspond au *lias* des Anglais. Il alterne avec des marnes schisteuses (*shale*), très-bitumineuses, qui paraissent susceptibles de donner un mauvais combustible. Ces marnes ont été prises pour des schistes par les observateurs qui ont précédé M. Gipson, dans l'examen des roches de la chute du Niagara.

La seule roche qui semble, dit-il, recouvrir ce calcaire est un autre calcaire à texture grenue et grossière, renfermant beaucoup d'ammonites, de térébratules, de bélemnites et d'autres coquilles. Il paraît occuper la place supérieure dans l'ordre des roches de la vallée du Mississipi qui ne présente ni l'oolithe, ni la craie, ni aucun terrain plus récent.

Il est facile de voir que M. Gipson, en rapportant ce calcaire supérieur au *muschelkalk*, commet une erreur grave puisqu'il reconnaît qu'il repose sur le lias [1]. Si ces deux formations calcaires existent dans l'Amériuqe septentrionale, c'est au contraire, celui qu'il assimile au lias qui serait le muschelkalk, tandis que le supérieur appartiendrait au lias. Les entroques du premier et les bélemnites du second sembleraient confirmer cette opinion, que nous n'énonçons qu'avec la circonspection qui résulte nécessairement ici du défaut de désignation exacte des espèces fossiles.

Formes du sol de la formation pœcilienne et de la sous-formation vosgienne. — Le grès bigarré occupe ordinairement des plateaux, ou forme des collines dont les flancs sont arrondis et en pentes douces.

Cette roche constitue aussi des montagnes, dont les contours sont souvent remarquables par leur variété : tantôt ce sont, suivant M. de Léonhard, des collines isolées et arrondies fort basses; tantôt des montagnes, dont les pentes peu escarpées donnent aux paysages, dont elles font partie, un aspect agréable et pittoresque; d'autres fois des chaînes étroites et peu élevées, mais roides et rapides, disposées presque parallèlement, et dont les flancs sont couverts de

[1] Sur la constitution géologique des lacs et de la vallée du Mississipi; par M. *Gipson*, président de la cour suprême de Pensylvanie. (*Amer. Journ. of sc. and arts*, n° 2, tom. 29. — *Bibl. univ.*, n° 4, 1836)



rochers. Ces collines et ces chaînes sont ordinairement entrecoupées de vallées étroites et rocailleuses. Enfin, on remarque dans plusieurs contrées, des montagnes de grès bigarré d'une étendue considérable.

La sous-formation vosgienne présente un grand développement dans les Vosges ; elle paraît atteindre son maximum de puissance dans les environs de Raon-l'Etape, où elle varie, suivant M. Rozet, entre 500 et 540 mètres. Placée sur les deux versans des Vosges, elle y forme des collines et de petites montagnes qui se dirigent vers le nord, à partir du parallèle du ballon de Guebwiller. « A peu près à la hauteur de Saint-Diey, elle se montre sur la crête et s'étend ensuite jusqu'au pied du versant occidental. A partir de Mutzig, jusqu'à la frontière de la Bavière rhénane, le grès vosgien constitue presqu'à lui seul la chaîne entière [1]. »

Près d'Épinal il ne forme que des collines, dont les plus élevées n'ont pas plus de 500 mètres de hauteur. Près de Saint-Diey il constitue une montagne de 890 mètres ; et plus au nord, celle du Donon le montre à environ 1,000 mètres. Il constitue de grands plateaux découpés par des vallées souvent très-profondes, dont les couches se correspondent de chaque côté. « Ces vallées sont ordinairement très-étroites à leur origine, et s'élargissent à mesure qu'elles s'étendent. Entre les divers plateaux morcelés par des vallées, ce qui leur donne l'aspect de véritables montagnes, il existe des cônes dont le sommet est toujours obtus, formés de couches horizontales. On remarque sur les flancs et au pied de ces cônes une grande quantité de débris, qui dévoilent leur mode de formation : leur hauteur égale à peu près à celle des plateaux voisins, annonce qu'ils sont les restes de masses plus considérables qui ont été dénudées. On voit aussi des cônes et de semblables plateaux isolés sur le granite et le gneiss ; quelques-uns de ces cônes sont composés de blocs entassés les uns sur les autres [2]. »

Utilité dans les arts. — Nous avons vu que le grès bigarré fournit des dalles pour paver les habitations ou former les clôtures des champs, et des feuillets minces dont on se sert dans quelques pays pour couvrir les toits. Il donne aussi, comme à Baccarat et à Domptail en Lorraine, ainsi que dans d'autres contrées, d'excellentes pierres de taille, dont

[1] *Rozet* : Description géologique de la partie méridionale de la chaîne des Vosges, p. 89.

[2] *Rozet* : Traité élémentaire de Géologie, 1re partie, p. 429.

la cohérence augmente par leur exposition à l'air. Ces pierres sont souvent susceptibles de recevoir les formes les plus délicates sous le ciseau du sculpteur. Plusieurs bancs sont assez durs pour être employés en meules à aiguiser.

Le grès bigarré contient quelquefois des filons de fer hydraté, assez riches pour être exploités comme minerai de fer.

Dans le grès bigarré, les sources sont rares, ce qui explique le peu de fertilité que présentent les dépôts de cette formation, surtout sur les pentes inclinées. Les plateaux qu'elle constitue sont fréquemment couverts de bois, dans lesquels croissent le chêne, le hêtre et quelquefois le sapin.

Les couches les plus dures du grès vosgien sont employées à faire des meules à aiguiser lorsque son grain est assez fin, et des meules à moudre le grain lorsqu'il est formé de cailloux arrondis. Les sables qui proviennent de la décomposition de ce grès servent à faire d'excellens mortiers. Dans les Vosges, on exploite les filons d'oxide de fer qui traversent ce grès.

Le grès vosgien n'est pas riche en sources, et conséquemment il n'est pas doué d'une grande fertilité, surtout sur ses pentes, car les alluvions qui recouvrent les plateaux et qui s'y sont mêlées aux débris arénacés de la roche, sont fréquemment couvertes de beaux bois. Les céréales croissent assez bien sur le grès vosgien; mais les pommes de terre y trouvant un sol assez divisé y réussissent parfaitement. Le fond des vallées creusées dans le grès vosgien, surtout celles qui sont dans la partie inférieure, trouvant des couches marneuses et quelques sources qui en découlent, se couvrent ordinairement d'assez belles prairies.

DÉPÔTS PLUTONIQUES.

Le terrain keuprique ou triasique renferme dans certaines localités, différentes roches plutoniques que nous avons déjà citées dans des terrains plus supérieurs. Ainsi dans les marnes keupriques du Tyrol méridional et du Vicentin, on a signalé le porphyre pyroxenique en filons; dans le *muschelkalk* de la Hesse et du Vicentin, la même roche d'origine ignée et le basalte, forment aussi des filons; enfin le basalte constitue à lui seul des masses plus ou moins considérables dans le grès bigarré des contrées que nous venons de nommer.

Près des masses ignées du Vicentin, le *muschelkalk* se

présente avec des nids de galène, de calamine et d'épidote manganésifère. Le même calcaire a acquis une texture plus serrée, une densité plus grande au contact du basalte, dans la Hesse et le Vicentin. Dans la chaîne du Rhœn-gebirge, et dans la Hesse électorale le basalte constitue des masses cunéiformes au milieu du *muschelkalk*. Au mont Kratzenberg, dans les environs de Cassel, cette roche ignée forme au milieu du *muschelkalk* des filons de 60 mètres de longueur. Le *muschelkalk* du mont Schieferberg, au nord du Meisner, renferme aussi du basalte.

Le porphyre pyroxénique se présente en couches horizontales sur ce calcaire, particulièrement à la base du mont Ena dans le Vicentin. Un peu plus au nord, M. Boué a observé des affleuremens de porphyre pyroxénique qui renferme çà et là des fragmens angulaires de marne et de calcaire plus ou moins modifiés. Les marnes irisées de l'étage supérieur et le calcaire conchylien ont pris une texture cristalline par l'action du porphyre qui les recouvre. Au pied des montagnes près de Grumoriondo, un filon du même porphyre a transformé le *muschelkalk* en un marbre blanc à grains fins et à veinules noirâtres.

Dans le grès bigarré de la Hesse, du Tyrol, et du Vicentin, le basalte se présente en dômes, en masses cunéiformes et en filons. On y remarque aussi des brèches et des agglomérats basaltiques.

Entre Zierenberg et le mont Kratzenberg, dans la Hesse, et à Gross-Ostheim, dans le Spessart, le basalte forme des filons au milieu du grès bigarré.

Dans la Saxe et dans la Hesse, suivant M. A. Boué, le grès bigarré a été fendillé, vitrifié ou décoloré, près du contact du basalte. A Budingen, dans ce dernier pays, les marnes du grès bigarré ont été endurcies par l'effet de la présence du basalte, et comme le grès, elles ont affecté la forme prismatique.

Dans le *Val-di-Rif*, près de Predasso, le grès a été soulevé et altéré par le basalte ou le porphyre pyroxénique. Dans la vallée de Fassa, en Tyrol, suivant M. Meyer, ingénieur autrichien, des filons de Trapp, traversent les marnes et les grès La même roche ignée accompagnée d'agglomérats a été observée par M. Studer, dans le grès bigarré, au Karpfstock et à Saanen, en Suisse.

Au mont Ena, des filons de basalte traversent aussi le grès bigarré.

Parmi les exemples que nous pouvons citer relativement

à la présence du basalte dans le terrain keuprique ou triasique, nous choisirons une localité bien connue, qui a été décrite par feu M. le docteur Gaillardot de Luneville, puis par M. Elie de Beaumont, et que nous avons visitée aussi : c'est la côte d'Essey, à environ deux lieues de Ramberviller (département de la Meurthe). Le sommet de cette côte est à 126 mètres au-dessus des eaux du ruisseau de l'Euron qui coule à sa base. Ce sommet offre deux petites éminences éloignées l'une de l'autre d'une centaine de pas. On n'y voit point de cratère, mais on y trouve du basalte massif et même prismé renfermant du péridot. Au-dessous du basalte se présente un grès que M. Elie de Beaumont rapporte à l'étage inférieur du lias, et que nous regardons comme analogue à celui que nous avons décrit comme appartenant déjà à l'étage supérieur de la formation keuprique. Plus bas se présentent les marnes irisées contenant une couche de calcaire magnésifère qui paraîtrait, selon nous, indiquer l'étage moyen de ces marnes, qui du reste s'étendent jusqu'au pied de la côte, d'où, en se dirigeant vers le village d'Haillainville, on les voit reposer sur le *muschelkalk* (*Pl.* 22, *fig.* 9). Le basalte de la côte d'Essey nous paraît avoir fait éruption à travers les formations conchylienne et keuprique.

Dans la Hesse électorale, au milieu du *Habichts-wald*, petite chaîne de montagnes couvertes de forêts, et longue d'environ cinq lieues, on voit des filons et des masses de basalte, intercalés dans le *muschelkalk*, où il a pénétré en se faisant jour de bas en haut.

Aux environs de la petite ville d'Eisenach, dans le grand-duché de Saxe-Weimar, la rivière de la Werra coule au milieu de la formation conchylienne : d'un côté l'on voit le *muschelkalk* reposer sur le grès bigarré, et de l'autre l'étage moyen de la formation conchylienne, caractérisé par ses couches de gypse. Des deux côtés le terrain triasique présente des couches redressées et contournées comme par l'effet d'un soulèvement. Si l'on cherche la cause de ces redressemens et de ces contournemens, on la trouve dans une masse basaltique qui a traversé de bas en haut les couches du *muschelkalk* (*Pl.* 22, *fig.* 10).

Dans les Alpes du Tyrol, l'eurite porphyroïde, et le porphyre pyroxénique, ont produit par leurs éruptions l'inclinaison et l'altération des roches que l'on remarque sur plusieurs points de cette partie des Alpes. Des deux côtés de la vallée de Fassa, entre Saint-Pellegrin et la petite vallée d'Eisack,

ces phénomènes sont très-visibles. La vallée qu'arrose l'Eisack est creusée au milieu même de l'eurite porphyroïde, qui, à Castelruth ou Castlreit supporte le grès bigarré dont les couches ont été soulevées ainsi que le gypse et le *muschelkalk* qui le recouvrent. En se dirigeant vers le sud-est pour traverser la vallée de Fassa, on remarque que la chaîne de montagnes qui forme le côté occidental de la vallée est composée d'une masse de dolomie qui s'élève au-dessus du *muschelkalk*. Cette dolomie qui appartient à la formation conchylienne est fendillée dans tous les sens : ce qu'il faut probablement attribuer à la présence du porphyre pyroxénique, qui non-seulement l'a pénétrée, mais l'a enveloppée à l'ouest et à l'est de deux de ses épais filons. Si l'on descend au fond de la vallée de Fassa, on voit le grès bigarré s'enfoncer à droite et à gauche sous le *muschelkalk* : ce qui provient d'une éruption produite par l'eurite porphyroïde, qui en s'élevant du sein de la terre a soulevé les couches du terrain triasique, de telle sorte qu'en suivant la pente de la vallée on voit le grès bigarré et le *muschelkalk* s'incliner à droite vers l'ouest et à gauche vers l'est. Enfin en franchissant le côté oriental de la vallée, on observe en se dirigeant vers Saint-Pellegrin un phénomène analogue à celui que nous venons de signaler sur le côté occidental : le porphyre pyroxénique a encore pénétré toute la masse triasique et la dolomie qui forme son couronnement ; il en résulte que de chaque côté de la masse ignée, les couches s'inclinent, à droite, de l'ouest à l'est, et à gauche, de l'est à l'ouest. Quant à la vallée de Fassa en elle-même, elle paraît être le résultat d'un déchirement, c'est-à-dire d'une grande faille qui a été produite par l'éruption de l'eurite porphyroïde. (*Pl.* 22, *fig.* 11.)

Près d'Épinal et dans plusieurs points des Vosges, nous avons vu le grès vosgien reposer en couches plus ou moins inclinées sur le granite.

Dans le grand-duché de Bade la partie inférieure du grès vosgien est une arkose qui se lie intimement au granite. Aux environs de Kandern, dans le même pays, M. A Boué a signalé la présence du granite sous le grès bigarré. « Kandern, à quelques lieues de Baden, dit-il, est un endroit fort curieux, parce qu'on y voit sur un très-petit espace (une centaine de pas) quatre formations secondaires, adossées contre le granite à filons de silex corné grossier. Ce sont le grès bigarré, inférieurement assez peu grossier, le *muschelkalk*, le keuper et le lias. Tous ces dépôts sont en cou-

ches presque verticales. L'on ne peut guère s'expliquer cette succession si régulière de couches bien exposées dans le ruisseau qui traverse Kandern, qu'en supposant qu'elles formaient jadis les bords de grands dépôts horizontaux, et que chacune ne s'est déposée qu'en très-petite quantité dans ces lieux, tandis qu'il se formait ailleurs une assez grande épaisseur de couches.

« Si l'on voulait supposer simplement, ajoute-t-il, que l'éruption du granite a soulevé quelques lambeaux de chacun de ces terrains, ils ne se suivraient pas si régulièrement, et d'ailleurs un soulèvement pareil serait difficile à concevoir. »

TABLEAU

DE LA PUISSANCE ET DE L'ÉLÉVATION DU TERRAIN KEUPRIQUE OU TRIASIQUE.

Localités.		Nature des dépôts.	Puissance.	Élévation.
Angleterre.	Lyme Regis.	Redmarle.	35m.	0m.
	Autres localités.	*idem.*	150	»
France orientale.		Marnes irisées. . . .	»	250 à 300
France.	Calvados.	*idem.*	65	»
	Vosges.	*idem.*	50	»
	Doubs.	*idem.*	107	»
	Meurthe.	Sel gemme des marnes irisées.	100	»
	Jura, environs de Lons-le-Saulnier. .	*idem.*	40	»
	Jura, env. de Salins. .	Marnes irisées. . . .	230	»
	Jura, env. de Lons-le-Saulnier.	*idem.*	160	»
	Haute-Saône.	*idem.*	80	»
Allemagne septentr. . . .		Keuper.	300	400 à 750
Allemagne méridionale. .		*idem.*	250 à 350	»
Wurtemberg, environs de Tubingue.		*idem.*	150	440
		idem.	220	»
Wurtemberg, environs de Gaildorf.		*idem.*	25 à 35	»
Schwarzwald ou Forêt-Noire.		*idem.*	300	1170
Grand-duché de Bade, ancien pays de Souabe.		*idem.*	260 à 360	»
Saxe ducale, environs de Cobourg.		Dolomies dans les marnes du Keuper.	12 à 15	316
Saxe ducale, environs de Rodach, au Fuchsberg.		Keuper.	»	392
Saxe ducale, mont Seeberg, près de Gotha. .		*idem.*	»	390
Suisse, canton d'Argovie, près de Baden. .		*idem.*	»	550
États Autrichiens.		*idem.*	»	400 à 750
Wurtemberg, environs de Stuttgart.		Grès de Stuttgart.	20	260 à 550

Localités.	Nature des dépôts.	Puissance.	Élévation.
Wurtemberg, environs de Lowenstein.	Grès de Stuttgart.	130 à 160	»
Wurtemberg, environs de Hall.	*idem.*	18	»
Bavière, montagne du Spessart.	Grès du Keuper. . .	»	150
France, Haute-Saône. . .	Muschelkalk.	15	»
France, départ. de l'est.	*idem.*	»	150
Allemagne septentr. . .	*idem.*	30 à 90	880
Mont Ettersberg, dans le Thuringerwald. . .	*idem*	»	488
Prusse, près de Rudersdorf.	*idem.*	26	»
Prusse, province de Westphalie.	*idem.*	200	»
Bavière, près de Wurzbourg.	*idem.*	»	615
Hanôvre, dans le Harz.	*idem.*	»	325
Wurtemberg.	*idem.*	220 à 300	»
Grand-duché de Bade. . .	*idem.*	350	»
Saxe ducale.	*idem.*	150	»
Saxe ducale, environs de Gotha.	*idem*	185	»
Principauté de Waldeck, environs de Pyrmont.	*idem.*	160	»
Angleterre.	New red-sandstone.	91	»
France, Haute-Saône. . .	Grès bigarré.	18	»
France, Vosges : environs de Remiremont.	*idem.*	»	470
Prusse, Silésie.	*idem.*	350	»
Hanovre, montagnes du Sollingerwald. . . .	*idem.*	»	510
Favière, mont Spessart.	*idem.*	»	617
Principauté de Waldeck, environs de Pyrmont.	*idem.*	50	45[1]
Duché de Saxe, chaîne du Thuringenwald. . .	*idem.*	120	950
Hesse électorale.	*idem.*	360	»
Environs de Kamsdorf. .	*idem.*	160	»
France. Vosges : le Donon. .	Grès vosgien. . . .	»	1010
France. Vosges : le ballon de Servance. .	*idem.*	»	1210
France. Haute-Saône.	*idem.*	15	»
France. Vosges : Raon-l'Étape.	*idem.*	500 à 540	»
France. Meurthe : environs d'Epinal.	*idem.*	»	500

[1] Au-dessus de la vallée de Pyrmont.

TABLEAU GÉOGRAPHIQUE

DU TERRAIN KEUPRIQUE OU TRIASIQUE.

Nature des dépôts.	Localités.
Marnes irisées, ou keuper, avec ses grès, ses calcaires et ses gypses.	EUROPE. — *France*, environs de Lunéville, et de Dieuze (Meurthe); de Noroy, de La Marche, de Charmes, de Plombières, de Rambervillers (Vosges); de Bourbonne-les-Bains (Haute-Marne); de Chagny et de Saint-Léger-sur-d'Heune (Saône-et-Loire); de Sierck, de Bouzonville et de Metz (Moselle); de Reichshoffen et de Soultz-les-Bains (Bas-Rhin); de Béfort (Haut-Rhin); de Vaufrey, Bussy, Baûme-les-Dames, Ougney-le-Bas et Beurre (Doubs); de Lons-le-Saulnier, de Salins (Jura); de Dax (Landes); de Rignai, de Saint-Afrique, et entre Rodez et Saint-Cyprien (Aveyron); environs de Figeac. (Lot); de Draguignan (Var); de Brives (Corrèze); de Cartigny et de Tournières (Calvados); de Carentan (Manche). *Angleterre :* environs de Lyme Regis et de Sidmouth; de Chester et de Bristol. *Ecosse :* environs d'Airnamurchan et de Durtulm-Castle. Dans les îles d'Egg et de Mull. *Irlande :* environs de Belfast. *Wurtemberg :* environs de Stuttgart, de Tubingen, de Ludwigsbourg, d'Elwangen d'Heilbronn, de Galkirch, d'Eutendorf, de Gaildorf, de Munster, de Hall, de Westernach, de Schwenninger, de Vohringhen, de Wetenhoffen, de Jœgerhaus, de Weinsberg, de Beilstein, de Gmund, de Sulz, de Rottweil, de Hohen-Asperg, de Sulzbach et de Plochingen. *Grand-duché de Bade :* environs de Durrheim, de Dietlingen, de Villingen, et de Baden, de Kandern, de Seinzheim. *Hanovre :* environs de Melle et de Winzinbourg. *Duché de Brunswick :* environs de Schoningen, d'Hessen et d'Holzminden. *Duché d'Anhalt-Bernbourg :* environs de Gernrode. *Principauté de Lippe-Detmold :* environs de Bosingfeld et de Blomberg. *Principauté de Waldeck :* environs de Pyrmont. *Royaume de Saxe :* environs de Weissensée et de Langen-Salza.

Nature des dépôts.	Localités.
Marnes irisées, ou keuper, avec ses grès, ses calcaires et ses gypses.	*Duché de Saxe-Cobourg-Gotha* : environs de Cobourg, de Gotha, de Rodach. *Prusse* : environs de Seehausen et d'Erfurt, dans la province de Saxe et de Borgentreich, Dribourg, Minden, dans la province de Westphalie. *Belgique* : au nord de Luxembourg. *Bavière* : village d'Iphofen; environs de Nuremberg, de Bamberg, de Vilseck, de Schellenberg. *Suisse* : Mont Terrible aux environs de Porentruy; environs de Neuewelt près Bâle. *Etats Sardes* : environs d'Ivrée et de Biella. *Servie orientale* : grès et marnes associés avec des porphyres et des grès rouges. (A. Boué.) *Espagne* : environs d'Avilès, de Villaviciosa et de Gijon. (Asturies.) *Suède* : environs de Hör, en Scanie, de Grenna, sur le lac oriental du lac Wetter. AMÉRIQUE. — *Colombie* (marnes irisées salifères et gypsifères). *Antilles* : Cuba, la Jamaïque, et Haïti ou Saint-Domingue.
Calcaire conchylien, ou *Muschelkalk*.	EUROPE. — *France*, environs de Bourbonne-les-Bains (Haute-Marne); de La Marche de Rambervillers et de Charmes (Vosges); de Lunéville (Meurthe); de Forbach, de Sarreguemines, de Bouzonville et de Puttelange (Moselle); de Niederbronn, de Saverne et Soultz-les-Bains (Bas-Rhin); de Béfort (Haut-Rhin); de Chagny et de Saint-Léger-sur-d'Heune (Saône-et-Loire); de Lure (Haute-Saône); de Rhodez et de Saint-Afrique (Aveyron); de Draguignan et de Toulon (Var). *Etats Sardes* : environs d'Ivrée et de Biella. *Suisse* : de Bâle à Aarau, environs de Bernach; environs de Soleure. *Grand-duché de Bade*, environs d'Eppingen, de Pforzheim, de Willingen, de Mosbach, de Waldshut. *Wurtemberg* : environs de Nagold, de Langenbourg, de Schwenningen, de Villingen, de Marbach, de Rotweil, de Freudenstadt, d'Alpirsbach; du village de Niedernau, de Canstadt, et du village de Berg, près de Stuttgart; de Hohen-Asperg, d'Heilbronn, de Neckar-Sulm, de Sulz. *Bavière* : environs de Wurzbourg, de Desselbach, de Bayreuth, de Hombourg. *Hanovre* : environs de Göttingue, d'Osnabrück, d'Eimbeck, d'Hildesheim.

Nature des Dépôts.	Localités.
Calcaire conchylien, ou *Muschelkalk*.	*Prusse :* environs de Quedlimbourg, de Calbe, de Dingelstædt, de Querfurt, d'Erfurt: au mont Petersberg (prov. de Saxe) ; de Warbourg de Bielefeld (prov. de Westphalie ; de Rüdersdorf (prov. de Brandebourg) : de Tarnowitz (prov. de Silésie). *Duché de Brunswick :* environs d'Holzminden. *Royaume de Saxe :* environs de Mügeln, de Sachsenbourg, à 3 lieues de Chemnitz. *Duché de Saxe-Cobourg-Gotha :* environs de Gotha, au mont Segeberg. *Grand-duché de Saxe-Weimar :* environs d'Iéna, de Weimar, de Lengsfeld, de Stadt-Sulza, d'Eisenach. *Duché de Saxe-Meiningen :* environs de Römhild. *Duché de Hesse-Darmstadt :* environs de Michelstadt et de Wimpfen. *Hesse électorale :* le mont Meisner, environs de Cassel. *Principauté de Hohenzollern - Sigmaringen :* environs du village d'Imnau. *Principauté de Schwarzbourg-Sondershausen :* environs d'Arnstædt. *Pologne :* environs d'Olkusz, de Chmielnik, de Kunow. *Tyrol :* environs de Brunecken.
Grès bigarré, ou *Bunter sandstein*.	EUROPE. — *France :* environs de Plombières, de Bains, d'Epinal, de Bruyères, de Chatillon-sur-Saône (Vosges); de Bourbonne-les-Bains (Haute-Marne) ; de Domptail, de Baccarat, de Saint-Quirin près de Lorquin ; environs de Phalsbourg (Meurthe); de Forbach, de Sarreguemines, de Puttelange, de Bouzonville (Moselle) ; de Niederbronn, de Lauterbourg, de Saverne, de Wissembourg, de Soultz - les - Bains (Bas-Rhin) ; entre Rhodez et Saint-Cyprien, près de Saint-Afrique (Aveyron) ; environs de Figeac (Lot); de Terrasson (Dordogne); de Brives (Corrèze); de Toulon (Var). *Angleterre :* environs de Whitby (Yorkshire), de Bristol (comtés de Gloucester et de Somerset). *Ecosse :* environs de Dumfries et d'Annan ; Airdnamurchan ; îles d'Egg et de Mull. *Belgique :* environs d'Osparen, dans le grand duché de Luxembourg. *Suisse :* environs de Bâle.

Nature des dépôts.	Localités.
Grès bigarré, ou *Bunter sandstein.*	*Etats-Sardes*, environs d'Ivrée et de Biella. *Tyrol*: environs du bourg de Cavalese. *Archiduché d'Autriche* : environs de Radstadt. *Wurtemberg*: environs de Bulach, de Calw, de Dornhan, de Sulz. *Grand-duché de Bade* : environs de Durlach, de Lahr et d'Emmendingen. *Bavière* : environs de Miltenberg, de Lohr, d'Uhlstadt, de Kronach, de Bayreuth; les montagnes de Spessart. *Bohême* : environs de Policzka, de Landskrone. *Duché de Hesse-Darmstadt* : environs de Neustadt, de Grebenau, de Büdingen. *Hesse Electorale* : environs de Marbourg, d'Eschwege. *Duché de Brunswick* : environs de Seesen, d'Oldendorf. *Grand-duché d'Oldenbourg* : environs d'Oldenbourg *Hanovre* : environs d'Osnabrück, et dans le Sollingerwald, environs de Lünebourg. *Principauté de Waldeck* : environs d'Arolsen et de Pyrmont. *Principauté de Lippe-Delmold* : environs de Detmold. *Royaume de Saxe* : environs de Zwickau. *Duché de Saxe-Meiningen* : environs de Meinengen, d'Hilbourghausen. *Duché de Saxe-Weimar* : environs de Marksuhl. *Duché de Saxe-Cobourg-Gotha* : environs d'Altenbourg. *Prusse* : environs de Nordhausen, de Merseboug, de Mansfeld, d'Eisleben, de Nébra et de Zeitz (prov. de Saxe); de Wittlich (prov. rhénane); de Dibourg (prov. de Westphalie); de Glatz (prov. de Silésie). *Moravie* : environs de Gurein. *Pologne* : environs de Bogeria, de Bodzecin, de Pierznica. AMÉRIQUE. — *Colombie* (grès qui paraissent se rapporter au grès bigarré). *Mexique* : environs d'Amajaque et de la Vera-Cruz. *États-Unis* : Montagnes Rocheuses; plaines entre le Missouri, l'Arkansas et le Rio Colorado; états de Massachusetts, de Connecticut et de New-York; région des grands lacs.

Nature des dépôts.	Localités.
Grès vosgien.	EUROPE. — *France*: village de Ronchamps, aux environs de Lure (Haute Saône); environs de Ribauviller, de Guebwiller, d'Eguisheim (Haut-Rhin); de Baccarat, de Rambervilliers (Meurthe); de Bruyères, de Raon l'Étape, route d'Épinal à Remiremont; environs de Saint-Diey, de Gérardmer, de Granges, etc. (Vosges); de Sarreguemines et de Forbach (Moselle); de Mutzig (Bas-Rhin). *Prusse*: environs de Sarrebrück (province Rhénane). *Bavière*: environs de Landau (cercle du Rhin).

TABLEAU DES CORPS ORGANISÉS FOSSILES

DU TERRAIN KEUPRIQUE OU TRIASIQUE.

FORMATION KEUPRIQUE.

(*Marnes irisées* ou *Keuper*.)

VÉGÉTAUX.	Localités.
Equisetum Meriani. (Ad. Brong.)	Neuewelt, près Bâle.
— columnare. (Ad. Brong.)	Lorraine, Alsace; Franconie, Wurtemberg. Dans les couches inférieures.
— Platyodon. (Ad. Brong.)	Franconie.
— quincunciale. (Schub.)	Wurtemberg.
— arenaceum. (Bronn.)	Grès de Stuttgart.
Equisetites Munsteri. (Stern.) — conicus. (Stern.)	Allemagne.
— Bronni. (Stern.)	Thuringe.
Calamites arenaceus. (Ad. Brong.)	Franconie, Wurtemberg.
— arenaceus. Variété *major*. Peut-être l'Equisetum columnare. (Witby.) — arenaceus. Variété *minor*. — canaliculatus. (Jæg.)	Stuttgart.
Acrostichites..... Alethopteris : 3 espèces. Aspidites : 2 espèces. Asterocarpus : 2 espèces. Cyatheites..... Odontopters.....	Plusieurs contrées de l'Allemagne.

	Localités.
Licopodites phlegmarioides. (Ad. Brong.)	Cobourg.
Pecopteris Meriani. (Ad. Brong.)	Neuewelt, près Bâle.
Tæniopteris vittata. (Ad. Brong.)	Neuewelt et Hör, en Scanie.
Neuropteris Gaillardoti. (Ad. Brong.)	Bâle.
Filicites Stuttgartiensis. (Ad. Brong.)	Grès supérieur : Wurtemberg.
— lanceolata. (Ad. Brong.)	
— dubius.....	Stuttgart.
Marantoidea arenacea. (Jæg.)	Grès supérieur : Stuttgart.
Pterophyllum longifolium. (Ad. Brong.), ou Algacites filicoides. (Schlot.)	Neuewelt ; Bâle.
— Meriani. (Ad. Broug.)	
— Jægeri. (Ad. Brong.)	Grès supérieur : Franconie; Wurtemberg ; Bâle.
— enerve. (?)	Bâle.
Syringodendron.....	Gaildorf.
Fucus.....	
Clathopteris meniscoides.	
Osmundites pectinatus. (Pterophillum. Jæg., Ad. Brong.)	Pyrmont.
Palmacites sulcatus. (Lyndley.)	Gotha.
Phillites scitaminæformis. (Stern.)	Stuttgart
Aspidioïdes Stuttgartiensis. Voisin du Filicites aquilinus de Scholt.	
Ooncleites lanceolatus. (Jæg.)	Eisslingen.
Confervoides arenaceus. (Jæg.)	Ilsfeld.
Lithoxylon arenaceum. (Jæg.)	Stuttgart.
Poacites gramineus.	Gaildorf.
Caspidioïdes Stuttgartiensis. (Jæg.) (Pecopteris Reglei, Ad. Brong.)	Wurtemberg.
Bois fossiles dicotiledons, ayant quelques rapports avec le genre Syringodendron.	Bâle.

RADIAIRES.

Ophiura. Espèce non déterminée.	Vosges.

MOLLUSQUES ET CONCHIFÈRES.

Plagiostoma lineatum.	Couches inférieures : Wurtemberg.
— striatum. (Jæg.)	
Myacites ventricosus.	Sulz, Wurtemberg.
Cardium pectinatum.	Couches inférieures et moyennes : Wurtemberg.
— acuticostatum.	

	Localités.
Trigonia vulgaris. (Schlot.)	Gypse : Ludwigsburg.
— curvirostris. (Schlot.)	Gypse : Ludwigsburg ; dolomie : Schwenningen.
— sulcata. (Goldf.)	Couches inférieures : Willingen.
Mya musculoïdes. (Schlot.) — elongata. (Schlot.)	Dolomie : Sulz, près du Necker.
— mactrioïdes. Myophoria vulgaris — acuticostata.	Tubingen.
— Goldfussii. — curvirostris.	Gypse : Wurtemberg.
— lævigata.	Dolomie : Wurtemberg.
Avicula socialis. (Mytilus......... Schlot.)	Couches infér. et moyennes : Sulz, près du Necker.
— subcostata. (Goldf.) — lineata. (Goldf.)	Couches inférieures : Sulz, près du Necker.
Perna vetusta. (Goldf.)	Dolomie : Dürrheim. (Dechen.)
Posidonia Keuperiana. (Voltz.)	Couches inférieures : Hall ; Souabe, Wurtemberg.
— minuta. Modiola minuta. (Goldf.)	Rottweil, Wurtemberg.
Veneri cardia. (Goldf.)	Gypse : Rottweil, Wurtemberg.
— Goldfussii. Nucula dubia.	Gypse : Wurtemberg.
Lingula tenuissima. (Bronn.)	Rottweil, Wurtemberg.
— Bronnii.	Hall, Wurtemberg.
Saxicava Blainvillii. (Hœn.)	Ballbron.
Pinna granulata. (Sow.)	Somersetshire ; Arromanches.
Lucina.....	Alsace ; Wilgotheim.
Pecten lævigatus.	Dolomie : Wurtemberg.
Buccinum turbilinum. (Helix..... Schlot.)	Couches infér. et moyennes : Sulz, près du Necker.
Natica pulla. Rostellaria ? obsoleta.	Gypse : Wurtemberg.
— scalata. Trochus albertinus. Dentalium læve.	Dolomie : Wurtemberg.
Ammonites planorbis. (Sow.)	Lyme Regis.

POISSONS.

Poissons. Espèces non déterminées. Palæoniscum arenaceum (Berger.)	Grès supérieur : Seidmannsdorf, Neuses, Seidingstadt, près Cobourg.

	Localités.
Dents de squalus Raja.	Couches inférieures : Wurtemberg.
Écailles de Gyrolepis tenuistriatus.	Tubingen.
— de Gyrolepis maximus. — de Gyrolepis Albertii. Dents de Psammodus heteromorphus. — de P. angustissimus. — de P. reticulus. — d'Acrodus Gaillardoti. — de Hybodus plicatilis. — de H. obliquus. — de H. sublævis.	Stuttgart.

SAURIENS.

Phytosaurus cylindricodon. (Jæg.) — cubicodon. (Jæg.)	Grès supérieur : Boll, Wurtemberg.
Mastodonsaurus Jægeri. (Holl.)	Couches inférieures : Gaildorf, Wurtemberg.
Ichthyosaurus Lunevillensis.....	Wurtemberg.
Plesiosaurus. Espèce non déterminée.	Dürrheim, pays de Bade.
Salamandroides Jægeri.	Guildorf.
Chirotherium Barthi. (Kaup.)	Hildboughausen.
Des Coprolithes.....	Stuttgart.

FORMATION CONCHYLIENNE.

(*Calcaire conchylien* ou *Muschelkalk*.)

VÉGÉTAUX.

Neuropteris Gaillardoti. (Ad. Brong.) Mantellia cylindrica. (Ad. Brong.) Famille des Cycadées.	Lunéville.

ZOOPHYTES.

Astrea pediculata. (Desh.)	Localités non indiquées.

RADIAIRES.

Cidaris grandæva. (Goldf.)	Wurtemberg.
Encrinites moniliformis. (Mill.) Encrinus liliiformis. (Schlot.)	Caractéristique : Göttingue ; Wurtemberg, Alsace, etc.
— ephitonius.....	Soleure.
Pentacrinites dubius.	Bavière.
— echinus diadema.	Wurtemberg.
Ophiura prisca. (Munst.) Asterias ophiura. (Schlot.)	Bayreuth.

	Localités.
Ophiura loricata. (Goldf.)	Partie supérieure, ou sur les couches de gypse; Schwenningen, Wurtemberg.
— lævigata.	
Asterias obtusa. (Goldf.)	Partie supérieure : Marbach, Villingen, Wurtemberg.
ANNELIDES.	
Spirorbis valvatextus.	Bavière.
Serpula valvata. (Goldf.)	Bayreuth.
— colubrina. (Goldf.)	
— socialis.	Nagold.
CONCHIFÈRES ET MOLLUSQUES.	
Terebratula vulgaris. (Schlot.)	Gottingue. (Hœn.) Wurtemberg; Lunéville; Toulon
— perovalis.	Iéna.
— sufflata. (Schlot.)	
— orbiculata. (Schlot.)	Dornberg, près d'Iéna.
Delthyris semicircularis. (Goldf.)	Villingen.
— fragilis.	Wurtemberg.
Perna vetusta.	
Nucula dubia.	
— elongata. (Goldf.)	Brunecken, Tyrol.
— trigonalis.	
Lingula tenuissima. (Bronn.)	Rottweil, Wurtemberg.
— calcaria. (Zenker.)	Wurtemberg.
Ostrea placunoides. (Munst.)	Bayreuth.
— subanomia. (Munst.) (? Ostracites anomius. (Schlot.)	
— reniformis. (Munst.)	
— difformis. (Schlot.)	Bayreuth et Wurtemberg.
— Schübleri.	Wurtemberg.
— orbiculatus.	
— cristatata difformis. (Schlot.)	Lunéville.
— planitiatus.	Wurtemberg.
— multicostata. (Munst.)	Würtzbourg.
— complicata. (Goldf.)	Bayreuth, Villingen.
— decemcostata. (Munst.)	Bayreuth.
— spondiloïdes. (Schlot.)	Quedlimbourg; Göttingue; Bayreuth; Rottweil; Lunéville; Toulon.
— compta. (Goldf.)	Rottweil, Wurtemberg.
— pleuronectites. (? Schlot.)	Bourbonne-les-Bains; Lunéville.
Ostracites pleuronectites lævigatus. (Schlot.)	Gottingue; Lunéville; Toulon.
— pleuronectites discites. (Schlot.) (Ne paraît différer de l'espèce précédente que par la taille.)	
Gryphæa (Ostrea ?) prisca. (Goldf.)	Villingen.

	Localités.
Pecten reticulatus. (Schlot.)	Göttingue ; Gotha.
— Albertii. (Goldf.)	Villingen. Partie supérieure: Rüdersdorf.
— lævigatus. (Goldf.) (Pleuronectites..... Schlot.)	Wurtemberg; Bayreuth; Gotha.
— discites. (Schlot.)	Couches supérieures : Wurtemberg ; Bâle ; Pologne ; Rüdersdorf.
Plagiostoma lineatum. (Chamites lineata, Schlot.)	Mosbach ; Michelstadt ; Göttingue ; Wurtemberg ; Bayreuth ; Weimar.
— striatum. (Schlot.) Très abondant.	Allemagne ; France ; Pologne.
— rigidum. (Schlot.)	Rauthal, près d'Iéna. (Hœn.) Göttingue.
— lævigatum. (Schlot.)	Mosbach. (Hœn.)
— punctatum. (Schlot.)	Göttingue ; Toulon ; Gotha.
Avicula socialis. (Desh.) (Schlot. Mytulites socialis.)	Gotha ; Sachsenbourg ; Weimar. (Hœn.) Göttingue ; Mont-Meisner ; Wurtemberg ; Lunéville.
— costata. (Schlot., Myt. costatus.)	Wurtemberg ; Bayreuth.
— crispata. (Goldf.)	Couches supérieures ; Frédérichshall.
— Bronnii. (Alberti.)	Villingen.
Mytilus vetustus. (Goldf.) (Mytilus eduliformis, Schlot.)	Göttingue ; Wurtemberg ; Bayreuth. (Dechen.) Lunéville.
— reticulatus. — discites.	Lunéville.
— costatus. Chama striata.	Wurtemberg.
Trigonia vulgaris. (Trigonellites pes anseris.) (Schlot.)	Weimar ; Göttingue ; Wurtemberg ; Bayreuth.
— pes anseris. (Schlot.)	Lunéville ; Mosbach. (Hœn.) Göttingue.
— curvirostris. (Schlot.) — cardissoides. (Goldf.)	Wurtemberg.
— lævigata. (Goldf.) — Goldfusii. (Alberti.)	Marbach.
— vulgaris. (Schlot.) Paraît être la coquille jeune de l'espèce appelée *pes anseris*.	Göttingue.
Mytulites socialis. (Schlot.)	Göttingue ; le Mont-Meisner ; Wurtemberg ; Lunéville ; Toulon.

	Localités.
Mytulites costatus. (Schlot.) — incertus. (Schlot.)	Göttingue.
— eduliformis. (Schlot.)	Göttingue ; Lunéville.
Trigonellites curvirostris.	Wurtemberg.
Arca inæquivalvis. (Goldf.)	Couches inférieures : Freudenstadt ; Wurtemberg.
Cardium striatum. (Schlot.)	Wurtemberg ; Göttingue.
— pectinatum. (Alberti.)	Couches supérieures : Wurtemberg.
Mya musculoides. (Schlot.)	Weimar. (Hœn.) Wurtemberg ; Haute-Silésie ; Pologne.
— ventricosa. (Schlot.)	Couches inférieures : Wurtemberg. (Dechen.) Lunéville.
— elongata. (Schlot.)	Couches inférieures : Wurtemberg ; Haute-Silésie ; Pologne.
— intermedia.....	Mézières.
— mactroides. (Schlot.)	Marbach ; Haute-Silésie ; Pologne. (Dechen.)
— rugosa. (Alberti.)	Rottweil ; Wurtemberg.
Myophora vulgaris. — curvirostris. — Goldfusii. — lævigata. — cardinoides.	Wurtemberg.
Venus nuda. (Goldf.) Mactra ? trigona. (Goldf.)	Marbach
Cucullæa minuta. (Goldf.)	Couches inférieures immédiatement sur le grès bigarré : Villingen ; Bade.
— Goldfusii. Lima lineata. — striata. Myacites elongatus. (Schlot.)	Wurtemberg.
Balanus..... Calyptræa discoides. (Patellites.... Schlot.) Capulus mitratus. (Goldf.) (Patellites..... Schlot.)	Villingen.
Dentalium torquatum. (Dentalites..... Schlot.)	Göttingue. (Al. Brong.)
— læve. (Dentalites..... Schlot.) M. Dechen pense qu'il n'est pas bien prouvé que ce ne soit pas un fragment d'encrine.	Göttingue ; Alspirsbach ; Bayreuth.

	Localités.
Trochus Albertinus. (Goldf.)	Rottweil, Wurtemberg.
Turritella absoleta. (Buccinum..... Schlot.)	Weimar, Göttingue.
— depertita. (Goldf.)	Weimar.
— detrita. (Goldf.)	Culmbach, près Bayreuth.
— extincta.	Wurtemberg.
— scalata. (Strombus....Schlot.)	Wurtemberg; Rüdersdorf.
— terebralis. (Schlot.)	Weimar.
Buccinum gregarium. (Schlot.)	Rüdersdorf.
— (turbilinum.) Helicites..... (Schlot.)	Wurtemberg; Rüdersdorf.
— obsoletum. (Schlot.) Patellites mitratus. (Schlot.)	Göttingue.
Myacites elongatus. (Schlot.) — musculoides. (Schlot.)	Wurtemberg.
— ventricosus. (Schlot.)	Lunéville.
Buccardites cardissoides. (Schlot.)	Wurtemberg.
Strombus denticulatus. (Schlot.)	Rüdersdorf.
Rostellaria scalata. — obsoleta. — Hehli. Helicites turbinilus.	Wurtemberg.
Natica Gaillardoti. (Lefroy.)	Couches supérieures: Wurtemberg.
— pulla. (Goldf.) Peut-être n'est-ce qu'une jeune variété de la précédente?	Rottweil, Wurtemberg.
Turbo dubius? (Munst.)	Seewangen, Riedern, près Waldshut.
— giganteus. (Schlot.) Cette espèce et la précédente appartiennent peut-être à un autre genre.	Seewangen.
Nummulites? Althausii. (Alberti.) Il est fort incertain que ce soit une nummulite.	Wurtemberg.
Nautilus bidorsatus. (Schlot.)	Weimar. (Hœn.) Göttingue; Rüdersdorf; Wurtemberg; Lunéville.
— nodosus. (Munst.)	Franconie.
Ammonites nodosus. (Schlot.) Plus abondant dans les couches supérieures. (Voir les planches à la fin du volume.)	Weimar; Göttingue; Wurtemberg; Silésie; Toulon Lorraine.
— subnodosus. (Munst.) Variété de la précédente. — latus. (Munst.) Variété de l'Ammonites nodosus.	Allemagne.

	Localités.
— bipartitus. (Gaillardot.)	Lunéville [1].
— Henslowi ? [2] (Sow.)	Bayreuth.
— undatus. — cinctus.	Wurtemberg.

CRUSTACÉS.

Palinurus Suerii. (Desm.)	Durrheim.
Macrourites gibbosus. (Palinurus Suerii.)	Wurtemberg.
Rhyncholites hirundo. (Fauv.Big.)	Couches supérieures : Wurtemberg ; Lunéville.
— acutus. (Blainv.)	Digne.
— ornatus. — Gaillardoti. (Schlot.) Conchorhyncus ornatus.	Wurtemberg.

POISSONS.

Dents de Squalus, Raia, etc.	Bayreuth. (Munst.) Wurtemberg ; Rüdersdorf.
Placodus gigas.	Wurtemberg.

---

1 D'après M. Dechen, ces quatre espèces d'ammonites, qui se réduisent à deux, comme on l'a vu ci-dessus, constituent presqu'à elles seules, dans la classification de M. de Buch, une famille très-bien caractérisée sous le nom des *Cératites*. M. de Buch avait déjà indiqué cette famille dans une note à la page 9 de son Mémoire. Il paraît, d'après M. Dechen, qu'il n'a encore rencontré qu'une troisième espèce qui s'y rapporte, l'*Ammonites Bogdoanus*, qui provient du Mont Bogdo, dans le pays des Kalmouks ; mais on ignore si cette espèce se rencontre, comme les deux premières, dans un dépôt appartenant au muschelkalk. (*Note du Traducteur* du Manuel de M. de la Bèche.)

2 S'il est bien constant que l'*Ammonites Henslowi* a été trouvé en Allemagne, il est très-remarquable que, dans l'île de Man, où on a observé cette coquille pour la première fois, on assure qu'on a découvert aussi l'*Ammonites nodosus*. Le caractère général des sinuosités du bord des cloisons est le même que dans les deux coquilles. Toutefois on doit convenir qu'on n'a pas des preuves aussi positives qu'on doit le désirer de l'association de ces deux fossiles dans l'île de Man, ce qui tendrait à y faire présumer l'existence du terrain de muschelkalk. Il peut facilement y avoir eu quelque confusion entre des ammonites, ayant entre elles, en général, de l'analogie. D'après le professeur Henslow, les fossiles qu'on trouve avec l'*Ammonites Henslowi* dans l'île de Man, sont ceux qui sont ordinairement propres aux terrains de calcaire carbonifère et de calcaire de la grauwacke ; *Trilobites*, *Producta scotica*, etc.

(*Note* du Manuel de M. de la Bèche.)

	Localités.
Gyrolepis maximus. (Agassiz.)	
— Albertii. (Agassiz.)	
— tenuistriatus. (Agassiz.)	
— asper. (Agassiz.)	
Picnodontes gigas. (Agassiz.)	
Saurichthis apicalis. (Agassiz.)	Wurtemberg.
Psammodus augustissimus.	
— heteromorphus.	
Acrodus Gaillardoti.	
Hybodus plicatilis.	
— obliquus.	

REPTILES.

Plesiosaurus. Espèce non déterminée.	Wurtemberg. (Jæg.) Bayreuth; Rüdersdorf.
— speciosus. (Munster.)	Bayreuth.
— Ienensis. (Zencker.)	Iena.
Ichthyosaurus Lunevillensis.	Lunéville; Wurtemberg.
— Espèce non déterminée.	Allemagne; France.
Grand Saurien. Genre non déterm.	Lunéville.
Nothosaurus mirabilis. (Munster.)	
— giganteus. (Munster.)	
— venustus. (Munster.)	
Dracosaurus. . . . . (Munster.)	Bayreuth; Leineck; Bavière; Querfurt, Prusse; Basse-Saxe; Thuringe.
Conchiosaurus. . . . (Munster.)	
Metriorhynchus priscus. (Munster.)	
— Geoffroyii. (Meyer.)	
Mastodonsaurus Meyeri. (Munster.)	
Chelonia. Espèce non déterminée.	Lunéville; Leineckerberg.

FORMATION PŒCILIENNE.

(Grès bigarré, ou *Bunter-sandstein*, et grès vosgien.)

VÉGÉTAUX.

Equisetum columnare. (Ad. Brong.)	Soultz-les-Bains, Bas-Rhin.
Calamites arenaceus. (Ad. Brong.)	Wasselonne; Soultz-les-Bains, Marmoutier, Bas-Rhin.
— remotus. (Ad. Brong.)	Wasselonne.
— Mougeotii.	Marmoutier.
— nodosus.	Stuttgart.
Anomopteris Mougeotii. (Ad. Brong.)	Wasselonne; Soultz-les-Bains.
Nevropteris Voltzii. (Ad. Brong.)	
— elegans. (Ad. Brong.)	
Sphenopteris meriophyllum. (Ad. Brong.)	Soultz-les-Bains.
— palmetta. (Ad. Brong.)	

	Localités.
Filicites scolopendroides. (Ad. Brong.) Voltzia brevifolia. (Ad. Brong.) (Pl. 19, fig. 2.) — elegans. (Ad. Brong.) — rigida. (Ad. Brong.) — acutifolia. (Ad. Brong.) — heterophylla. (Ad. Brong.) Poncita reaformis. — gramineus. Convallarites erecta. (Ad. Brong.) — nutans. (Ad. Brong.) Palœoxiris regularis. (Ad. Brong.) Echinostachys oblongus. (Ad. Brong.) Aethophyllum stipulare. (Ad. Brong.)	Soultz-les-Bains.

POLYPIERS.

Gorgonia Jacksoni. Ce polypier a plus de 18 pieds de longueur sur 4 de largeur.	Bords du Connecticut, aux Etats-Unis.
Scyphocrinites elegans. (Zencker.)	Iena.
Milleporæ.....	?
Flustra.....	Durham.
Coralliolites columnaris. (Schlot.)	?
Encrinites liliiformis.	Lorraine.

MOLLUSQUES ET CONCHIFÈRES.

Plagiostoma lineatum. (Schlot.) — striatum. (Schlot.)	Soultz-les-Bains.
— inæquicostatum. Pecten discites. Ostrea crista difformis. Lingula tenuissima. Posidonia minuta. Myophora vulgaris. — curvirostris. — cardissoides.	Lorraine.
Avicula socialis. (Schlot.)	Soultz-les-Bains, Domptail, Vosges.
— costata (Mytilus costatus, Schlot.) — Bronni. — subcostata.	Soultz-les-Bains.
Donax costata. (Zencker.)	Iena.
Mytilus eduliformis. (Schlot.)	Soultz-les-Bains, Domptail.
— vetustus.	Lorraine.
— socialis. (Schlot.) Ammonites..... Trigonia vulgaris. (Schlot.)	Domptail.

	Localités.
Mya musculoides. (Schlot.) — elongata. (Schlot.)	Soultz-les-Bains.
Gryphæa lævis. (Schlot.) Très-voisine de l'urcuata.	Heinberg près Göttingue.
Gryphites spiratus. Mytulites recens. Pectinites fragilis. Strombus speciosus.	Nebra.
Natica Gaillardoti. (Lefroy .)	Domptail.
Turritella scalata. (Strombus..... Schlot.)	Domptail ; Soultz-les-Bains.
— Scholoteri. (?) Rostellaria scalata. — antiqua. — detrita. — obsoleta.	Soultz-les-Bains.
Melania scalata.	Domptail.
Buccinum antiquum. (Goldf.)	Soultz-les-Bains.
CRUSTACÉS.	
Gebia obscura. (Meyer.) Galathea audax. (Meyer.)	Soultz - les - Bains : argile schisteuse du grès bigarré.
POISSONS.	
Chætodon.....	Durham, Angleterre.
Placodus impressus. Psammodus elytra.	Environs de Deux-Ponts.
Acrodus Braunii.	
Pycnodontes impressus.	Wurtemberg.
Palœoniscus catopterus. (Agassiz.)	Tyrone, Irlande.
SAURIENS.	
Psammosaurus batrachioides. (Zencker.) — laticostatus. (Zencker.) Plesiosaurus profondus. (Zencker)	Mont Ienzig, près d'Iéna.
Plaques frontales.	Ruaux, près Remiremont, Vosges ; Soultz-les Bains, Bas-Rhin. (Puton.)
ORNITHICHNITES.	
Ornithichnites giganteus. (Hitchcork.) — ingens. (Hitchcock.) — palmatus. (Hitchcock.) — tetradactylus. (Hitchcock.) — minimus. (Hitchcock.) — tuberosus. (Hitchcock.) — diversus. (Hitchcock). — dubius. (Hitchcock.)	Empreintes de pas d'oiseaux dans le grès bigarré de Montagne, dans le Massachusets, aux États-Unis.

CHAPITRE IV.

TERRAIN PSAMMÉRYTHRIQUE [1].

Comprenant :

- Le terrain penéen [2], de M. d'Omalius d'Halloy ;
- Le 5e groupe des terrains abyssiques penéens, de M. Al. Brongniart ;
- Le *Rothe-todt-liegende* ; le *Zechstein* des Allemands ; l'*Alpen kalkstein*, ou calcaire alpin, des géologistes allemands, dont les travaux remontent à 20 ou 30 ans ;
- Le *Red conglomerate*, ou *Exeter-red-conglomerate*, et le *Magnesian limestone* des Anglais ;
- Le *Zechstein*, de M. de Humboldt ;
- Le premier calcaire secondaire, de M. A. Boué ;
- Le *Zechstein* et le grès rouge secondaire, du même auteur ;
- Une partie de la formation du grès rouge, de M. Rozet ;
- Le calcaire alpin des anciens auteurs français.

Depuis long-temps les mineurs allemands donnaient le nom de *rothes-todt-liegendes* ou de *base stérile rouge*, à une sorte de grès rouge, très-pauvre en minerais et en débris organiques, lorsqu'en 1822, M. d'Omalius d'Halloy, tirant du grec un nom qui exprime l'absence de gîtes métallifères, ou l'idée de pauvreté qui caractérise le terrain dont il s'agit, l'appela *terrain penéen*. Ce nom a été introduit dans la science : M. Al. Brongniart l'a conservé dans sa nomenclature ; M. A. Burat l'a admis dans toute l'étendue que lui avait assignée M. d'Omalius. Quant à nous, en considération des sables et des grès rouges qui caractérisent ce terrain, nous le désignerons par un nom qui rappelle ces roches : nous le nommerons *terrain psammérythrique*, c'est-à-dire *terrain de grès rouge*.

Ce terrain se divise en deux formations : celle du calcaire appelé *zechstein* par les Allemands, et celle du *grès rouge*.

[1] De Ψαμμος (sable), ερυθρος (rouge).
[2] De Πενης (pauvre).

FORMATION MAGNÉSIFÈRE.

Comprenant :
- Le calcaire alpin (*Alpen kalkstein*) des Allemands ;
- Le *Magnesian limestone* des Anglais ;
- Le *Zechstein* des Allemands ;
- Le calcaire penéen, de M. Al. Brongniart ;
- Une partie du groupe du grès rouge, de M. de la Bèche.

C'est une question encore incertaine que celle de savoir si le *zechstein* des Allemands constitue ou non une véritable formation dans le terrain que nous appelons psammérythrique. La question serait décidée d'une manière péremptoire, suivant M. Élie de Beaumont, si l'on trouvait dans les Vosges quelques couches calcaires qu'on pût, avec certitude, lui rapporter. Aussi cet habile géologiste pense-t-il que le *zechstein* pourrait bien n'être qu'un simple accident au milieu d'une grande formation de grès, dont le grès rouge et le grès bigarré forment deux membres ; ou que le grès rouge est parallèle au *zechstein* de l'Allemagne et au *magnesian limestone* de l'Angleterre ; de telle sorte que l'on pourrait admettre que cette formation calcaire et le grès vosgien proprement dit s'excluent mutuellement. « En effet, ajoute-t-il, non-seulement il n'existe pas de *zechstein* dans les Vosges, dans la Forêt-Noire et dans les autres systèmes du midi de l'Allemagne, où le grès des Vosges se montre ; mais on remarque encore qu'en Angleterre, dans les parties du *Cheshire*, du *Lancashire* et du *Cumberland*, où certaines couches du *new-red-sandstone* présentent des caractères minéralogiques absolument pareils à ceux du grès des Vosges, le calcaire magnésien est inconnu ; tandis que dans les parties du nord et du sud de l'Angleterre, où le calcaire magnésien existe, aucune des couches du nouveau grès rouge ne se présente avec les caractères qui distinguent essentiellement le grès des Vosges [1]. »

D'après ces considérations, M. Élie de Beaumont pense que le grès vosgien doit être regardé comme distinct du grès bigarré et comme étant soit la partie supérieure du *Rothe-todte-Liegende*, soit l'équivalent du *zechstein* et du *calcaire magnésien*. C'est-à-dire, en d'autres termes, que pendant que le grès vosgien se formait au pied des Vosges, il se dé-

[1] M. *Élie de Beaumont* : Observations géologiques, etc., pag. 55, 56, 57.

posait dans la Thuringe et en Angleterre des calcaires magnésiens : d'où il résulterait qu'il n'y aurait en réalité que deux formations distinctes dans le terrain psammérythrique, l'une composée tantôt de grès vosgien, tantôt de calcaire magnésien, l'autre du grès rouge.

En attendant qu'il soit constaté que le *grès vosgien* et le *zechstein* sont deux formations contemporaines, bien que formées dans des circonstances différentes, on pourrait regarder le *zechstein* comme un dépôt intermédiaire entre le grès vosgien et le grès rouge. C'est ainsi que le considère M. Rozet, qui le signale, en petite quantité il est vrai, dans les Vosges où personne ne l'avait remarqué avant lui.

Le zechstein alterne souvent en Allemagne avec le grès rouge, et en Angleterre avec le grès bigarré.

Tous ces faits, toutes ces opinions, sembleraient autoriser à admettre que la division faite par M. Alberti du *Terrain triasique*, est encore une de ces divisions artificielles introduites dans la science pour en faciliter l'étude, et non pour faire cadrer entre eux les phénomènes géologiques, car, d'après ce que nous venons de voir, notre terrain] psammérythrique pourrait, sans inconvénient, être réuni au terrain triasique.

Autrefois on donnait une grande importance à cette formation; on en faisait un terrain tellement étendu qu'on le signalait comme constituant une partie des Alpes : de là le nom de *calcaire alpin* qu'on lui donna. Mais dans ces derniers temps, on reconnut au contraire qu'il n'existait point de *zechstein* dans les Alpes. Aujourd'hui la plupart des géologistes qui ont observé le *zechstein* en Allemagne, en Angleterre, en France, etc., s'accordent à ne voir dans ce calcaire magnésien, et les autres roches qui l'accompagnent, qu'un dépôt littoral, peu considérable, et pour ainsi dire local : aussi n'existe-t-il que dans quelques parties de l'Allemagne, de la France, de l'Italie et de l'Angleterre.

La formation magnésifère peut se diviser en deux étages subdivisés en assises, si l'on prend pour type de cette formation, celle de la Thuringe où elle est très-développée et où elle a été étudiée avec beaucoup de soin.

FORMATION MAGNÉSIFÈRE.

En Allemagne.

Dans les contrées centrales de l'Allemagne, telles que le pays de Mansfeld, une partie du Harz, de la Hesse, de la

Franconie, et surtout la Thuringe, ancien pays compris aujourd'hui entre les duchés de Saxe-Cobourg-Gotha, Saxe-Meiningen et Saxe-Weimar, cette formation acquiert un tel développement que son épaisseur moyenne est d'environ 150 mètres.

ÉTAGE SUPÉRIEUR.

Cet étage, où le calcaire magnésifère domine, a été divisé par M. Freiesleben en *six* systèmes principaux, qu'il désigne sous les noms de *Letten*, *Stinkstein*, *Asche*, *Rauhstein*, *Rauchwacke* et *Zechstein*.

Le *letten* est une marne ordinairement d'un gris bleuâtre ou d'un gris verdâtre, qui passe à l'argile et qui se lie intimement avec les grès ou psammites, et les marnes triasiques qui la recouvrent, ainsi qu'avec le calcaire fétide sur lequel elle repose.

Cette marne renferme des bancs ou des rognons de dolomie sableuse, des cristaux de calcaire et de gypse. Au Riesengrunde, près de Helsta, elle passe à une roche poudingiforme qui se rapproche des pséphites, quelquefois des gompholites, et qui contient un grand nombre de fragmens de micaschiste, de gneiss, de porphyre et de granite. Son épaisseur est d'un peu plus d'un mètre.

Le *stinkstein* se compose d'un calcaire fétide dont la couleur ordinaire est le brun noirâtre, et qui est imprégné de bitume. Il est plus ou moins mélangé ou accompagné d'argile, de fer hydraté et de gypse. Sa structure est fissile, et sa texture compacte passant, à la texture grenue ou schistoïde. Il se présente soit en couches minces, soit en fragmens anguleux simplement enfoncés dans l'argile, et qui même forment une brèche dont les fragmens sont liés par un ciment argileux. Le fer hydraté ou limonite (*braueisenstein*) y est subordonné et quelquefois même remplace le *stinkstein*. Le gypse s'y trouve en amas couchés traversés par des veines de *stinckstein* : ce qui sert à le distinguer du gypse keuprique. Ce gypse est plus pur que celui du trias ; quelquefois il est compacte, d'autres fois il est grenu à grains fins, et propre aux travaux de sculpture ; son caractère le plus remarquable en grandes masses est de renfermer des cavernes souvent très-spacieuses. Ce gypse paraît être le produit de l'action des vapeurs sulfureuses sur le calcaire, ainsi qu'on le voit dans les vallons transversaux qui environnent le Harz.

La puissance de ce système est de 1 à 30 mètres.

Il est probable que le sel gemme est une des substances subordonnées à cette assise : car indépendamment de la saveur salée dont jouit le *stinkstein*, on en voit sortir des sources salifères.

L'*asche*, en français *cendre*, est une couche peu épaisse, qui est ordinairement grise, qui tombe en poussière lorsqu'elle est desséchée, et qui renferme du bitume et quelquefois du sable.

Son épaisseur est de 1 à 3 mètres.

Le *rauhstein* est un calcaire marneux, rude au toucher, qui ne diffère de l'*asche* que par sa cohérence. En Allemagne on le désigne en outre sous les noms de *rauhkalk* et de *höhlekalk*. C'est une roche quelquefois grenue, d'autres fois compacte, souvent même caverneuse ou celluleuse, d'une couleur brunâtre, jaunâtre ou grisâtre. Il est fréquemment pénétré de fer spathique, ce qui justifie le nom de *calcaire ferrifère*, que lui a donné M. Humboldt.

Sa puissance, dans le pays de Mansfeld, est de 15 à 16 mètres.

Quelquefois traversé par les schistes cuivreux, ce calcaire prend un tel développement qu'il remplace toutes les assises inférieures du *zechstein*.

La *rauchwake*, calcaire magnésifère, est d'une couleur ordinairement gris de fumée. Il est un peu imprégné de bitume. On y distingue plusieurs couches dont la texture est assez remarquable : l'une est une roche celluleuse dont les cavités sont remplies de calcaire blanc terreux; l'autre est appelée par M. Freiesleben *articulée* (*gliederte*), parce qu'elle est formée de petits cylindres composés de six parties articulées l'une dans l'autre.

L'épaisseur de ce système est de 1 à 15 mètres.

Le *zechstein* proprement dit, dont le nom signifie *pierre de mine*, est une roche magnésifère, ordinairement compacte, à cassure conchoïde, et dont la couleur varie du gris de fumée au brun rougeâtre. Quelquefois sa texture est cellulaire; d'autres fois elle est feuilletée et même schistoïde. Le *zechstein* est souvent marneux et renferme des veines et des grains de calcaire spathique et de gypse. On y trouve du cuivre pyriteux, du cuivre carbonaté, de la galène, des cristaux de quarz et des paillettes de mica.

Il est épais de 20 à 30 mètres.

Dans cet étage, le zechstein se fait remarquer par ses fossiles qui appartiennent aux genres *Productus*, *Térébratules*, *Mytilus*, *Gorgone*, etc.

ÉTAGE INFÉRIEUR.

Cet étage, qui repose sur le grès rouge, se compose de quatre couches principales. La première est appelée par les Allemands *mergelschiefer*, c'est-à-dire *marne schisteuse*. La seconde en un calschiste gris que les mineurs allemands nomment *dach* (toit), parce qu'il recouvre immédiatement une couche de schiste cuivreux (*kupferschiefer*). Ce schiste cuivreux, est à proprement parler, un calschiste épais de 10 à 20 pouces, divisé en feuillets minces, quelquefois comme gauffrés. Il est, toujours imprégné de carbone et de bitume qui lui donnent une couleur noire; plusieurs géologistes le désignent sous le nom de *schiste marno-bitumineux*, mais lorsqu'il n'est pas métallifère, car autrement le nom de schiste cuivreux lui convient mieux : en effet, il contient ordinairement du cuivre pyriteux, du cuivre sulfuré, quelquefois en grains visibles, et d'autres fois en molécules si petites qu'on ne les aperçoit pas, bien qu'elles soient en quantité assez notable pour que 100 parties de schiste donnent 3 parties de cuivre, dont on retire ensuite environ un demi pour cent d'argent. On trouve aussi dans ce schiste de très-petites quantités d'arsenic, de bismuth de cobalt, de plomb et de zinc.

La quatrième couche est un calschiste grisâtre (*Weissliegende*), ordinairement mélangé de sable qui sépare le schiste cuivreux, du grès rouge.

L'étage inférieur de la formation magnésifère est très-remarquable par les fossiles que recèle le schiste bitumineux : ce sont principalement le *monitor Thuringiensis*, ces nombreux poissons, parmi lesquels on distingue quatre espèces du genre *Palæothrissum*, enfin un grand nombre de *fucoides*.

Cette description de la formation magnésifère, de la Thuringe, suffit pour donner une idée de cette formation dans les diverses parties de l'Allemagne centrale où on la retrouve. (*Pl.* 22, *fig*. 12.)

Dans un grand nombre de localités de cette contrée, on reconnaît, à quelques modifications près, les différents systèmes établis par M. Freiesleben. Le grand-duché de Saxe-Weimar en offre plusieurs exemples : ainsi aux environs de Kamsdorf, on voit se succéder de haut en bas les couches suivantes :

1° Marne (*letten*)	4 pieds.
2° Calcaire compacte (*stinkstein*)	100
3° Fer hydraté	40

4° Calcaire magnésifère (*rauchwake*)		12 pieds.
5° Schiste bitumineux	1 à	3
6° Fer hydraté	9 à	18
7° Calcaire magnésifère (*zechstein*)		9
8° Schiste bitumineux	1 à	2
9° Calcaire magnésifère (*zechstein*)		3
10° Grès grisâtre (*weissliegende*)		24
11° Argile schisteuse	10 à	30
Grès rouge argileux		?

Nous avons dit que lorsque le gypse de la formation magnésifère acquérait une grande puissance, il se faisait remarquer par des cavernes souvent très-spacieuses : dans le pays de Mansfeld, près de Wimmelbourg, on remarque plusieurs de ces cavernes ; l'une d'elles a 125 pieds de longueur sur 80 de hauteur. Elles sont presque toutes remplies d'eau qui paraît s'être fait jour à travers les bancs marneux du *letten*, pour arriver à la masse gypseuse.

FORMATION MAGNÉSIFÈRE.

En France.

Dans les Vosges, aux environs de la Petite-Raon, village situé dans la vallée de Senones, la formation magnésifère paraît être représentée, d'après les observations de M. Rozet, par de petites couches, des veines et des rognons d'une dolomie grenue grise ou blanchâtre contenant assez souvent de la silice , et que l'on exploite parce qu'elle donne une assez bonne chaux hydraulique. A trois ou quatre lieues au nord-est de Saint-Diey près du bourg de Saales, la dolomie dans une montagne voisine, forme entre le grès vosgien et le grès rouge, deux couches de 4 mètres d'épaisseur chacune, séparées l'une de l'autre par 10 mètres de grès rouge divisés en strates minces et schistoïdes. (*Pl.* 22, *fig*. 13.) Cette dolomie que M. Rozet rapporte au zechstein est blanchâtre, grenue, et toujours plus ou moins siliceuse; elle renferme, dit-il, des veines et des rognons de jaspe rouge, des géodes de quarz hyalin, et des cristaux de chaux carbonatée. Elle est divisée en fragmens irréguliers par de nombreuses fissures, mais elle n'est jamais stratifiée. Ses couches sortent près du sommet de la montagne, dans un escarpement de plus de 300 mètres de longueur [1].

Dans le département du Calvados, où les marnes irisées

[1] *Rozet* : Description géologique de la partie méridionale de la chaîne des Vosges.

et le grès bigarré se confondent, la formation magnésifère paraît être représentée par un conglomérat magnésien irrégulièrement répandu au milieu des marnes rouges du terrain keuprique. Ce conglomérat est formé d'un calcaire d'un blanc sale ou jaunâtre à texture sublamellaire et à structure fragmentaire. On y remarque fréquemment des cavités tapissées de spath calcaire. Il contient très-peu de magnésie, et offre quelquefois, comme au village de Castilly, des bancs silicifiés qui présentent les caractères extérieurs d'une meulière calcédonieuse remplie de tubulures. Ses couches ont ordinairement 2 à 3 pieds d'épaisseur. Les fragmens de roches qui ont fait donner à ce calcaire le nom de conglomérat sont de grès quarzeux, de marbre, de phyllade, etc., mais il y a des couches qui n'en contiennent pas.

Toujours associé aux sables, aux arkoses et aux argiles qui représentent le grès bigarré, le calcaire magnésien forme sur la rive droite de la Vire, depuis le pont du Vey jusqu'au delà de Neuilly, des bancs assez épais.

On cite aussi la formation magnésifère ou de *zechstein* dans un petit nombre de points des départements de l'Aveyron et du Lot. On a voulu la voir aux environs d'Autun, mais c'est une erreur due à ce que les schistes à poissons de Muse et d'autres localités près de cette ville ont été assimilés aux schistes-marno-bitumineux de la Thuringe, jusqu'au mois de septembre 1836, époque à laquelle une vingtaine du membres de la Société géologique de France, du nombre desquels j'étais, ont parcouru le département de Saône-et-Loire, et ont reconnu que les schistes de Muse appartiennent à la formation houillère, ainsi que nous le verrons plus tard.

FORMATION MAGNÉSIFÈRE.

En Angleterre.

Dans la partie du nord-est de l'Angleterre, c'est-à-dire dans les comtés de Northumberland, de Durham, de Cumberland, etc., la formation magnésifère a été divisée par M. Sedgwick en quatre assises principales, savoir :

Quatrième assise ou *supérieure*. — Calcaire magnésien en couches minces, et schistoïdes.

Troisième assise. — Marnes rougeâtres contenant des veines et des amas de gypse.

Seconde assise. — Calcaire magnésien jaune, compacte ou grenu, quelquefois cellulaire.

Première assise ou *inférieure.* — Marnes irisées, schistes marneux, calcaire compacte, quelquefois coquiller.

M. Sedgwick regarde la première assise comme représentant le schiste marno-bitumineux de la Thuringe ; la seconde comme le *zechstein* proprement dit ; la troisième comme les calcaires marneux et sableux (*rauhstein*) et la quatrième comme le calcaire fétide (*stinkstein*) de l'Allemagne.

Il ne faut pas prendre ces rapprochemens géologiques à la lettre, car alors il serait difficile d'assimiler le *magnesian-limestone* au *zechstein* : ainsi les caractères minéralogiques des assises que l'on cherche à faire correspondre ne sont plus exactement les mêmes. En Angleterre, la première assise comprend bien des schistes marneux comme en Allemagne, mais dépourvus de substances métalliques. Il y a cependant un caractère commun à la première assise dans les deux contrées : c'est la présence des mêmes poissons fossiles. La seconde assise offre de part et d'autre des points de ressemblance assez marqués d'abord dans la nature du calcaire qui est magnésifère, ensuite dans sa texture. La troisième assise diffère en Angleterre des troisième, quatrième et cinquième de l'Allemagne, mais la quatrième de l'Angleterre se rapproche un peu de la sixième de l'Allemagne par sa structure fissile.

L'ensemble de ces différentes assises se montre en Angleterre avec une puissance à peu près aussi considérable qu'en Allemagne.

M. Murchison assimile aussi au zechtein des conglomérats calcaires, qui dans les comtés de Salop et de Worcester forment des escarpemens naturels qui plongent sous les grès rouges ; il les regarde comme occupant la place des conglomérats dolomitiques du sud-ouest de l'Angleterre et du calcaire magnésien du nord-est dont nous venons de parler. La plupart des fragmens de ces conglomérats sont formés de calcaires, de débris de grès rouge ancien, de quarz et de grès houillers avec impressions de plantes.

Nous devons encore faire observer qu'en Angleterre le *zechstein* est un calcaire quelquefois globulaire ou botryoïde. Dans le Sunderladd, on y remarque des parties extrêmement feuilletées et même flexibles, ainsi que des marnes argileuses. En Angleterre, on y trouve, mais rarement, des nids de fer hématite (limonite), d'aragonite, et de petits filons de sulfate de baryte (barytine). Enfin le *magnesian-limestone* de la chaîne des Mendips-Hill est traversé par de petits filons

de calamine, dirigés dans tous les sens et formant des réseaux; ils sont accompagnés de plomb sulfuré (galène); mais leur peu d'importance ne permet pas de les exploiter.

Formes du sol de la formation magnésifère. — La formation magnésifère se présente en couches ordinairement peu inclinées; cependant son union avec le grès rouge l'a fait participer aux dislocations et aux mouvements d'abaissement que le terrain psammérythrique a éprouvés et qu'attestent les failles nombreuses que l'on y remarque. On ne peut guère choisir un exemple plus remarquable de ces dislocations produites par des failles et des filons qu'en reproduisant ici une coupe de cette formation prise à Bilstein, près Stadtberg, dans la province prussienne de Westphalie, par M. Valchner. On y voit que l'ensemble des couches qui se composent de calcaire, d'argile, de zeichstein, de schiste cuivreux et de psammite, a été dérangé à plusieurs reprises, mais qu'elles conservent parfaitement leurs relations. (*Pl.* 21, *fig.* 17.)

Les calcaires de la formation magnésifère, toujours stratifiés, constituent dans certaines contrées des montagnes assez importantes, comme en Allemagne, et dans le Tyrol méridional. L'aspect de ces montagnes se distingue par des formes très variées. Elles sont escarpées et rocailleuses; la raideur de leur masse, leurs pentes arides et nues, les rochers inaccessibles qui, semblables à des remparts en ruines et à des tours gigantesques, s'élèvent sur leurs sommets, ou paraissent prêts à rouler sur l'explorateur qui les gravit, les font facilement reconnaître.

Utilité dans les arts. — Le calcaire magnésien est employé en moellon pour la bâtisse, et souvent à faire de la chaux. Le fer oxidé qui y abonde dans certains pays, alimente les usines. Le gypse est susceptible aussi d'être utilisé pour plusieurs branches d'industrie. Enfin, nous avons vu que les schistes cuivreux sont exploités avec un grand avantage pour le cuivre et même l'argent qu'on en retire.

FORMATION PSAMMÉRYTHRIQUE.

Comprenant :
- Le grès rouge des géologistes français ;
- Le groupe rudimentaire des terrains abyssiques, de M. Al. Brongniart ;
- Le grès rouge secondaire, de plusieurs auteurs ;
- Le *Red conglomerate* ou *Exeter conglomerate*, des géologistes anglais ;
- Le conglomérat magnésien, ou dolomitique, des Anglais ;
- Le *Rothe-todte-liegende*, ou le *Todt-liegende*, des Allemands ;
- Le nouveau grès rouge inférieur, de M. Murchison.

La partie inférieure du terrain de grès rouge ou du terrain psammérythrique étant spécialement composée de *grès rouge*, nous lui donnons la dénomination de *formation psammérythrique*.

Cette formation ne nous paraissant pas susceptible d'être divisée en étages, bien qu'elle atteigne une puissance moyenne de 150 à 200 mètres, nous nous bornerons à la considérer dans son ensemble, et à la présenter dans les différentes contrées où sa présence est bien constatée.

En général, le grès rouge est comme le *zechstein*, un dépôt local, bien moins important qu'il ne le paraît au premier abord. On ne l'a encore trouvé, dit M. Boué, que dans les contrées où l'on remarque le *terrain triasique*, telles que l'Angleterre, la France centrale, la Bretagne, la Provence, l'Alsace, l'Allemagne centrale, la Silésie, la Bohême, l'Espagne, etc.

Les éruptions de porphyres et d'autres roches d'origine ignée qui ont été très-fréquentes pendant l'époque à laquelle appartient le *terrain carbonifère*, paraissent être les principaux agens qui ont donné naissance au grès rouge. En effet, les fragmens de diverses roches ramenés à la surface du sol par ces éruptions, et souvent mêlés aux débris des masses d'origine ignée, se reconnaissent dans les diverses variétés de grès qui constituent notre formation psammérythrique.

Dans son ensemble, la formation du grès rouge offre des caractères dans lesquels il est facile de reconnaître la plupart de ceux que nous avons indiqués dans le grès vosgien. Elle présente en général tous les degrés de texture intermédiaire entre le grès à grain fin et le poudingue, le conglomérat ou la brèche à débris les plus gros. C'est une masse de fragmens anguleux ou arrondis de différentes roches, ci-

mentés par une pâte rougeâtre argilo-ferrugineuse. Ces fragmens diminuant de grosseur, font passer la roche qui les renferme à l'arkose ou au psammite schistoïde; ou bien les mêmes fragmens se trouvant disséminés au milieu d'un grès à grain fin lui donnent l'aspect d'un poudingue ou d'un conglomérat. Dans plusieurs localités les grains quarzeux et les fragmens de roches disparaissent et il ne reste plus qu'un mélange de sable et d'argile, qui forme une roche à texture schistoïde ou qui passe même à l'argile schisteuse.

Les roches subordonnées au grès rouge sont peu nombreuses : elles consistent seulement en diverses variétés d'agglomérats d'un grain plus fin que la roche dominante; en quelques espèces de brèches composées de fragmens de porphyre; en quelques variétés d'un calcaire rougeâtre, ordinairement compacte; en masses de fer oligiste rouge; en schistes analogues aux schistes houillers; enfin en couches de houille, qui annoncent que ce grès repose sur le *terrain carbonifère*.

Nous ne comprenons point parmi les roches qui lui sont subordonnées, les porphyres, les eurites, les argilolithes, les argylophyres, et les autres roches d'origine ignée, à l'action desquelles le grès rouge doit son existence.

Lorsque le terrain carbonifère manque, il repose sur le *terrain schisteux*. Dans ce derniers cas, il est en stratification discordante avec celui qui le supporte.

Le grès rouge est très-pauvre en métaux, c'est pour cette raison que les mineurs allemands l'ont appelé *todt liegende*, c'est-à-dire *mur mort*. Il ne renferme que des veines d'oxide de fer à l'état d'oligiste. Les autres substances minérales que l'on y trouve sont la fluorine et la chaux carbonatée.

Les corps organisés y sont fort rares : ce sont principalement des végétaux : tels que des débris de conifères, quelquefois silicifiés. Dans la Thuringe on y a découvert des troncs de 8 à 10 mètres de longueur sur 1 de diamètre; quelques-uns étaient encore dans une position verticale, ce qui a fait supposer qu'ils avaient vécu dans la même place. Les restes d'animaux vertébrés sont rares dans ce grès. On n'y a point trouvé de coquilles.

FORMATION PSAMMÉRYTHRIQUE.

En France.

Dans la chaîne des Vosges, la roche la plus abondante de cette formation, est une *arkose* à grains fins dans la-

quelle le feldspath est plus ou moins décomposé. Cette arkose dans le voisinage des porphyres et des eurites, se charge de matières argileuses rougeâtres, et passe même à une véritable argilolithe, ainsi que l'a observé M. Rozet, au pied méridional des Vosges. Au Valdajot, ses couches inférieures sont presque entièrement formées de ces argilolithes, et d'argilophyres provenant de la décomposition des masses euritiques qui sont au-dessous [1]. Leur structure est tantôt schistoïde, et tantôt compacte; leur couleur est le rouge, le gris et le bleuâtre; souvent elles sont tachées de blanc. On trouve dans la partie méridionale des Vosges, des couches d'agglomérats qu'il est facile de prendre pour des brèches ou des poudingues et qui sont composés de fragmens de porphyre, de phyllade, et d'eurite faiblement agglutinés par un ciment argileux. Ces couches sont au milieu des arkoses et des argilolithes, et appartiennent aussi au grès rouge.

Lorsque ce grès repose dans les Vosges sur le granite ou sur le gneiss, il se compose à sa partie supérieure d'un grès siliceux qui, suivant M. Rozet, passe insensiblement au grès vosgien; au-dessous se présentent des arkoses alternant avec des couches d'argile; plus bas et en contact avec le granite, c'est quelquefois une arkose granitoïde et plus souvent ce sont des anagénites composées de fragmens plus ou moins arrondis, de leptinite, de gneiss et de granite, réunis par un ciment argileux ou siliceux. On remarque ces couches sur la route de Bruyères a Saint-Diey, et sur celle de Saint-Diey à Saales. Les strates du grès rouge sont ordinairement à peu près horizontaux, ou très-légèrement inclinés. C'est un fait que l'on remarque aussi dans les Vosges.

En Alsace, c'est-à-dire sur le versant oriental des Vosges, le grès rouge, suivant M. Voltz, se compose principalement de couches d'un grès presque toujours rouge sur les fissures naturelles, et quelquefois entièrement rouge, formé de grains de quarz, et de grains fort abondans de feldspath plus ou moins décomposé : c'est une *arkose granitoïde*. Il est très-bien stratifié. Souvent il repose sur le terrain schisteux, ou sur des roches granitiques : alors sa stratification est discordante; d'autres fois il est placé sur le terrain carbonifère, et alors sa stratification est concordante.

Dans le département de Saône-et-Loire, on voit à Curgy,

[1] M. *Rozet* : Description géologique de la région ancienne de la chaîne des Vosges, p. 81.

près d'Autun, le grès rouge reposer sur le grès houiller en stratification concordante. A peu de distance du Creusot, le grès rouge est sur le schiste houiller. Ce grès renferme des galets de quarz, de gneiss, de granite et d'autres roches anciennes. Il est recouvert par une roche argileuse, rougeâtre et verdâtre, passant à un psammite, et qui nous paraît faire partie du grès rouge.

Audit lieu les Couchets, et non les Ecouchets, lieu célèbre par un gisement d'oxide de chrôme, la montagne qui porte ce nom est entièrement composée, selon nous, d'une roche granitoïde, qui, lorsqu'on se dirige du sud-ouest au nord-est, présente d'abord la texture et la composition du granite, puis celle de l'eurite, et enfin celle de l'arkose : car c'est sous le point de vue minéralogique, aux Couchets même que M. Al. Brongniart a pris le type de son *arkose granitoïde*. Cette roche que l'on exploite en carrière, au sommet de la montagne, ne présente aucune trace de stratification. Elle est entre-mêlée et divisée dans tous les sens par des filons et des veines d'oxide de chrôme ou de quarz coloré en vert par cet oxide. Lorsque nous avons visité les Couchets en 1836, avec nos confrères de la Société géologique de France, on a trouvé dans l'arkose granitoïde un noyau de granite.

A côté de l'arkose il existe un grès stratifié qui paraît appartenir à la formation du grès rouge. La montagne est recouverte jusqu'aux deux tiers de sa hauteur par le même grès qui descend vers le sud dans la vallée jusqu'au ravin qui la termine. La roche qui domine dans cette montagne est sans indice de stratification. Elle sort de distance en distance à travers le grès rouge, sous forme d'eurite granitoïde et d'arkose granitoïde chromifères. En descendant vers le ravin inférieur, on voit ces roches passer par des nuances presque insensibles à un granite à gros grains qui s'enfonce aussi sous le grès rouge. Ce granite est traversé par un grand nombre de filons et de veines de quarz plus ou moins chromifères, les mêmes que l'on remarque dans la roche supérieure. Au milieu du granite, de l'eurite et de l'arkose, on voit aussi des filons d'une roche pétrosiliceuse, d'un blanc mat, qui n'est qu'un mélange intime de felsdpath et de quarz, et dans laquelle cependant le quarz et quelquefois le felsdpath apparaissent en points cristallins. Cette roche en filons est tout à fait semblable à celle que les mineurs de Chessy nomment *corne*. (*Pl.* 23, *fig.* 4.)

Suivant M. Rozet, dans toutes les vallées latérales à celle de l'Azergues, depuis l'Etra jusqu'à Lozane (département

du Rhône), sur la rive gauche de la rivière et sur les derniers contre-forts des montagnes dans la vallée de la Saône, on voit reposer immédiatement sur les eurites, les porphyres, les roches granitoïdes et les granites, et d'une manière transgressive, une masse rouge, souvent argileuse, contenant un grand nombre de débris des roches inférieures. « Cette masse renferme assez souvent des arkoses et des grès siliceux en couches régulières inclinées vers l'est. Les eurites ni les diorites ne pénètrent jamais en filons ou en veines dans la masse arénacée, pas même les veines et les filons de quarz, si nombreux, qui les traversent partout. Le dépôt de cette masse est donc postérieur à l'éruption de ces roches [1]. »

Dans le département du Var, aux environs de Fréjus, le grès rouge repose sur des porphyres d'une belle couleur verte. Ce grès est associé à des schistes argileux qui font partie de la même formation, et qui renferment des veines de barytine lamellaire d'une couleur rouge de chair qui se trouvent engagées entre les strates de ceux-ci [2].

Conglomérat magnésien. — Peut-être doit-on placer dans notre *formation psammérythrique*, le *conglomérat magnésien* que nous avons visité dans les environs de Caen et que M. Caumont a décrit. Il se compose d'un calcaire peu magnésifère à texture sublamellaire, d'une teinte jaunâtre ou d'un blanc sale, et souvent coloré en rouge par la marne qui s'y trouve quelquefois disséminée. Il contient des fragmens de grès quarzeux, de schistes et d'autres roches appartenant au *terrain schisteux*. Sa stratification est très-distincte. Il est placé au-dessous des arkoses et des argiles qui semblent appartenir au *Redmarle* des Anglais, et paraît être l'équivalent de leur *red-conglomerate* et de leur *conglomérat magnésien*. On le trouve en couches épaisses sur la rive droite de la petite rivière de la Vire et sur plusieurs autres points du département du Calvados.

FORMATION PSAMMÉRYTHRIQUE.

En Allemagne.

En Allemagne, et particulièrement dans la Saxe, la Silésie et la Thuringe, le grès rouge présente à peu près les mêmes

1 Notes sur les roches plutoniques de quelques parties de la chaîne qui sépare la Saône de la Loire. Communiquées à la société géologique de France, le 8 février 1836 et le 13 février 1837.

2 Notice minéralogique de l'Esterel, et en général du département du Var : par M. Coquand.

caractères qu'en France : tantôt c'est une brèche à gros fragmens, tantôt un poudingue à gros grains, tantôt un agglomérat de cailloux roulés à peine liés par une pâte terreuse; ou bien c'est un grès plus ou moins fin qui passe à une masse argileuse, rouge et imprégnée d'oxide de fer. Quelquefois aussi des brèches à gros fragmens alternent avec des grès à grain fin. D'autres fois les masses d'argile endurcie renferment une si grande quantité de grains quarzeux ou feldspathiques, qu'elles constituent la roche que M. Al. Brongniart a nommée *mimophyre*.

Suivant M. de Weltheim, au pied du Harz, entre la ville prussienne de Sachsa et celle de Hermannsacker le grès rouge repose sur le *grauwacke* ou psammite, du *terrain schisteux*, dont il présente la même inclinaison, au sud ; mais l'angle d'inclinaison des deux roches est différent. De Hermannsacker, à Mohringen, dans le Hanovre, le psammite et le schiste argileux du terrain schisteux inclinent au nord, et le grès ne se montre plus dessus; mais depuis Mohringen jusque vers Endorf, l'inclinaison vers le sud et plus loin du côté d'Eisleben et d'Hettstadt, dans la province prusienne de Saxe, l'inclinaison vers le sud-est domine de nouveau, et le grès rouge est moitié en stratification concordante et moitié en gisement transgressif sur le schiste. En allant d'Endorf à Ballenstedt, on voit le schiste et le psammite reparaître avec une inclinaison vers le sud, et le grès rouge incliner au nord. Ces faits indiquent que la formation du grès rouge n'a eu lieu que très-long-temps après que le *terrain schisteux* était déposé. Il ne peut donc pas y avoir passage d'un dépôt à l'autre.

M. de Weltheim signale de la houille dans le grès rouge en Thuringe. On y remarque aussi quelques couches de calcaire. Les minéraux disséminés dans ce grès sont le fer oligiste, l'oxide de manganèse, le cuivre oxidé et carbonaté, et des filons de quarz, de calcaire spathique et de barytine.

Le grès rouge varie de composition suivant les localités, c'est-à-dire suivant la nature des roches qui ont servi à le former : ainsi, dans la Thuringe, principalement dans le voisinage de la région montagneuse du Thüringerwald, il est composé de débris des roches granitiques et porphyriques voisines, mêlés à des fragmens de gneiss, de micaschiste, etc. Près de Kamsdorf, dans le grand duché de Saxe Weimar, il est composé seulement de quarz et d'argile.

Dans plusieurs parties de l'Allemagne les bancs supérieurs du grès rouge sont gris; les Allemands donnent à cette variété le nom de *grauliegende*.

En Bohème, et dans quelques autres pays de l'Allemagne, le grès rouge alterne avec des couches houillères.

Dans la Silésie inférieure, la formation psammérythrique qui s'étend aux environs de Glatz, en passant par Landshut, Waldenbourg et Neurode, se compose, suivant M. Manès, de grès rouge, de grès blanc, de houille et de porphyres. Près des roches anciennes, sur lesquelles il repose, le grès rouge se présente sous forme de conglomérat, de couleur grisâtre et à fragmens assez gros, des roches les plus voisines : aux environs de Landshut et de Waldenbourg, ce sont des galets de micaschiste, d'amphibolite, de schiste et de quarz; dans le district de Neurode, ce sont des fragmens de gneiss de toutes les couleurs. Près du grès blanc qui le recouvre, le grès rouge est d'un grain fin et d'une couleur rougeâtre; il renferme tous ces dépôts de houille qui font la richesse du pays. Le grès blanc qui paraît être contemporain de l'autre, renferme plusieurs couches d'un calcaire analogue au zeshstein du Mansfeld, et qui alterne avec des couches de schistes marneux et bitumineux contenant du minerai de cuivre [1].

FORMATION PSAMMÉRYTHRIQUE.

En Angleterre.

En Angleterre, dans les comtés de Salop et de Worcester, la formation psammérythrique est représentée par des grès rouges, des argiles schisteuses et des brèches. Cet ensemble de roches offre quelquefois les caractères extérieurs du grès rouge ancien, dont nous parlerons plus tard, et souvent ceux de la formation houillère. Dans plusieurs parties du nord de l'Angleterre, on est arrivé à la houille en les traversant.

C'est en Angleterre que le grès rouge se montre en général dans tout son développement. Composé comme en Allemagne et en France, on y remarque d'une manière plus tranchée, que les fragmens y sont d'autant plus volumineux que les couches sont plus inférieures. Les alternances de conglomérats, de brèches à gros grains et de grès à grains fins, s'y présentent plus multipliées et plus apparentes que sur le continent.

Les trois natures de dépôt qui constituent la formation du grès rouge en Angleterre, se présentent ordinairement dans

[1] Mémoires géologiques et métallurgiques sur l'Allemagne; par M. Manès, ingénieur des mines.

l'ordre suivant : à la partie supérieure se trouvent des marnes; au centre s'étendent les grès, et à la partie inférieure les conglomérats.

C'est surtout dans le Devonshire que ces alternances se montrent plus nombreuses ; elles sont très-remarquables sur les côtes de ce comté. Elles y indiquent même que des causes plus ou moins violentes ont déterminé la formation des conglomérats à gros blocs que l'on remarque dans la contrée ; et elles annoncent par l'état des roches sur lesquelles ils reposent, et qui sont contournées ou fracturées, les bouleversemens que ces conglomérats ont éprouvés probablement à plusieurs reprises. M. de la Bèche cite pour exemple l'escarpement connu sous le nom de *Petit-Tor*, dans la baie de *Babba-Combe :* nous allons le reproduire. (*Pl.* 22, *fig.* 14.)

Cet escarpement présente (*a*) un calcaire fracturé dont les larges fentes sont remplies des particules les plus fines du conglomérat qui lui est superposé ; tandis que les fentes étroites sont remplies de chaux carbonatée.

Le conglomérat (*b*) est composé de gros blocs dont quelques-uns sont du poids de plusieurs milliers de kilogrammes ; ces blocs sont du calcaire-marbre comme celui sur lequel il repose. On y voit aussi un grand nombre de blocs plus petits : le ciment qui les réunit est quelquefois du grès rouge et d'autres fois une argile rougeâtre. Ces blocs sont exploités et employés comme marbre.

Sur ce conglomérat de blocs calcaires, reposent des couches (*c*) d'un autre conglomérat très-fin de grès et de marne rouge.

Enfin ces couches sont surmontées par une masse d'autres couches (*d*) d'un conglomérat rouge d'une grande épaisseur et d'une étendue qui se prolonge à plusieurs milles vers l'est. Il se compose de fragmens anguleux, de calcaire et de schiste, et de galets de psammite, de schiste quarzeux et de porphyres rouges quarzifères.

La disposition de ces couches est due à une dislocation produite par une faille (*f*), qui en brisant les couches du conglomérat rouge (*d*) en a fait abaisser une partie, tandis que le conglomérat (*b*) en venant recouvrir le calcaire fracturé (*a*) a profité du relèvement des autres couches (*c d*). Car, dans l'exemple du Petit-Tor, on peut remarquer deux actions différentes : d'un côté une faille qui disloque les couches, de l'autre le relèvement d'une partie de celles-ci ; et durant ces commotions le transport violent d'énormes blocs détachés de la masse calcaire inférieure.

La coupe du Petit-Tor prouve que dans le Devonshire le conglomérat est le premier dépôt du grès rouge, puisqu'il est recouvert ordinairement par le grès proprement dit.

La variété des courans qui ont déposé le sable dont le grès est formé, est attestée par la disposition des lignes qui divisent une même couche, comme on le voit plus particulièrement dans le voisinage de Dawlish. (*Pl.* 22, *fig.* 17 [1].)

A l'appui de son opinion sur la rapidité des courans qui régnaient pendant la formation du grès rouge, M. de la Bèche cite la colline de *Little-Haldon-Hill*, où l'on voit des blocs de porphyre quarzifère du poids de plus de 1000 kilogrammes, et que l'on pourrait prendre pour des blocs erratiques superficiels, si on ne les trouvait en place dans les masses de roches des falaises qui bordent la mer. Ces blocs font partie du conglomérat du grès rouge; leur transport doit avoir été produit par une cause violente; et s'ils sont peu arrondis, cela tient à la dureté de la roche.

« Dans le comté de Somerset, et les contrées voisines, dit M. de la Bèche, la partie inférieure du *groupe du grès rouge* est très-souvent un conglomérat composé de fragmens détachés des roches inférieures et plus anciennes, réunis par un ciment qui renferme beaucoup de magnésie : d'où lui vient le nom de *conglomérat magnésien*, ou dolomitique. Ce conglomérat passe quelquefois graduellement à un calcaire dont les parties sont plus homogènes, et qui contient évidemment beaucoup de magnésie. Il paraît être le résultat d'une action violente, qui a eu lieu sur les roches carbonifères de la contrée, et qui en a détaché divers fragmens. »

« Il est assez difficile, ajoute le même auteur, de décider si ce conglomérat est exactement l'équivalent du *Todt-liegendes*, c'est-à-dire si le bouleversement qui a produit ce dernier dépôt en Allemagne, est tout-à-fait contemporain de celui auquel le conglomérat du comté de Somerset doit son origine; car le premier peut être antérieur à l'autre, de manière que le conglomérat du Somerset peut avoir été soumis davantage à l'influence d'une dissolution de carbonate de chaux et de magnésie. Dans tous les cas, cependant, la formation du conglomérat magnésien du comté de Somerset et celle du *Todt-liegendes*, de la Thuringe, ne paraîtraient pas appartenir à des époques bien éloignées

[1] Dans cette figure, *a* représente le conglomérat; *b*, *b*, *b*, les grès formés par les sables qu'ont déposés des courans de directions variées.

l'une de l'autre ; car chacun de ces deux dépôts, dans la contrée où il se trouve, constitue la partie inférieure du groupe du grès rouge, et ils contiennent tous les deux des fragmens de roches qui proviennent ordinairement des terrains les plus voisins. »

Nous avons dit précédemment qu'on avait trouvé quelques débris d'animaux vertébrés dans la formation psammérythrique : voici un fait récent qui confirme cette assertion. M. David Williams a découvert, dans le conglomérat de calcaire magnésien, qui, ainsi que nous l'avons vu plus haut, appartient à la partie inférieure du terrain psammérythrique, des ossemens fossiles, bien que ce dépôt en renferme très-rarement. Ces ossemens appartiennent à des Sauriens ; leurs fragments sont anguleux, comme ceux du conglomérat magnésien lui-même, et forment avec ceux-ci une sorte de brèche osseuse. Ces Sauriens varient de grandeur, depuis celle du *Dracena* de Lacépède, jusqu'aux plus petites variétés du genre *Monitor*. Un fragment de mâchoire pourrait appartenir à un genre intermédiaire entre les Crocodiles et les Lézards.

FORMATION PSAMMÉRYTHRIQUE.

En Amérique.

Les faits que nous venons d'exposer sont fréquens en Europe ; on les retrouve même en Amérique ; bien que dans le nouveau continent les porphyres ne paraissent pas avoir eu la même influence sur la formation des grès rouges.

M. de Humboldt a reconnu le grès rouge dans ces roches composées de fragmens anguleux, de quarz, de syénite, de porphyre, etc., réunis par un ciment ferrugineux, jaune, rouge ou brun ; et alternant comme en Europe, tantôt avec des grès à grains fins et tantôt avec des conglomérats grossiers. Les Andes de Quito lui ont offert le grès rouge sur une étendue et une épaisseur qui dépassent de beaucoup celles qu'il présente en Europe. Il le signale depuis le Mexique jusque dans le Pérou ; et dans plusieurs localités sa puissance est de 1,500 à 2,000 mètres. Mais il ne paraît pas se lier avec le porphyre, comme sur notre continent.

M. de Humboldt a reconnu que la formation du grès rouge remplit les plaines de Celaya, de Salamanca et de Burras (Mexique) ; qu'elle y supporte un calcaire assez analogue à celui du Jura et un gypse feuilleté ; qu'elle remonte

jusqu'aux montagnes qui entourent la ville de Guanaxuato ; et qu'elle se montre en lambeaux dans la Sierra de Santa Rosa et près de Villalpando.

« Ce grès mexicain, dit le célèbre voyageur, offre la ressemblance la plus frappante avec le *rothe todte liegende* du Mansfeld en Saxe; il enchâsse des fragmens constamment anguleux de lydienne, de syénite, de porphyre, de quarz et de silex (*splitteriger hornstein*). Le ciment qui lie ces fragmens est argilo-ferrugineux, très-tenace, brun-jaunâtre, souvent (près de la mine de Serena) rouge de brique. Des couches de conglomérat grossier, renfermant des fragmens de *deux* à *trois* pouces de diamètre, alternent avec un conglomérat très-fin, quelquefois même (Cuevas) avec un grès à grains de quarz uniformément arrondis. Les conglomérats grossiers abondent plus dans les plaines et dans les ravins que sur les hauteurs. »

Dans l'Amérique septentrionale, le grès rouge ou le *red conglomerate* des Anglais paraît exister. Suivant M. John Ball, on trouve ce grès près des Montagnes Rocheuses où elles forment des collines de quelques centaines de pieds de hauteur. Dans certaines localités, le grès rouge est traversé par des masses trappéennes quelquefois prismatiques. C'est principalement sur le versant occidental des Montagnes Rocheuses, que l'on remarque le grès rouge. Au delà du cours du Colorado, cette roche, accompagnée de conglomérats et de trapp, occupe tout le versant qui s'étend jusqu'à l'océan Pacifique.

M. de la Bèche, qui a examiné le sol de la *Jamaïque*, a remarqué dans cette île, particulièrement aux environs de Port-Royal et dans les montagnes de Saint-André, une masse de grès rouge mêlée de conglomérats, qui de là s'étend au nord-ouest et vers le nord de l'île. Ces grès sont généralement siliceux et compactes, avec des intercalations de grès rouge marneux et de marnes; on y trouve aussi du gypse, mais très-rarement. Les conglomérats sont formés de galets (d'un à quatre pouces de diamètre), de granite, de diorite, de syénite, de quarz, etc. On remarque dans ces grès des couches de couleur grise; les roches qui y sont subordonnées sont du calcaire gris compacte, de l'argile schisteuse, et du grès schisteux mêlé de houille. La partie supérieure de toute la masse est formée d'un conglomérat composé de fragmens de syénite, de porphyre, etc., liés par un ciment qui varie de dureté, qui est souvent argileux et dont la couleur est d'un brun rougeâtre, quelquefois si foncé qu'il semble être un ciment trappéen.

Formes du sol de la formation psamméry thrique. — Le grès rouge présente des plateaux et des collines à sommets très-aplatis et quelquefois arrondis. Dans les Vosges, il constitue au pied du grès vogien, sur la lisière méridionale de la chaîne une bande de 6 lieues de longueur sur 3 de largeur composée de collines aplaties. Les pentes des collines de grès rouge sont ordinairement assez douces; mais quelquefois elles offrent des escarpemens et des rochers coupés d'une manière bizarre, ou groupés comme des monceaux de ruines. Ces diverses dispositions se font remarquer en Ecosse et dans les Vosges.

Les dépôts de grès rouge n'atteignent pas une grande élévation en Europe, mais il n'en est pas de même en Amérique, ainsi que nous l'avons dit précédemment.

Les courans d'eau ayant aisément attaqué cette roche, le creusement des vallées, dit M. Elie de Beaumont, en parlant du grès rouge des Vosges, a presque complètement atteint la limite à laquelle l'action des eaux tend à la faire arriver. « Un ruisseau y serpente sans bruit au milieu d'une prairie unie. Les deux pentes qui bordent les vallées présentent souvent à leur pied un talus de sable mêlé de blocs de grès, qui est fréquemment couronné par un escarpement assez abrupte. Cet escarpement présente rarement un plan vertical régulier : les diverses couches de grès, résistant inégalement a l'action de l'atmosphère, se sont plus ou moins dégradées, et se dessinent par des saillies ou des retraites plus ou moins grandes. On est frappé, à l'aspect de ces escarpemens, de l'exacte horizontalité des couches et du peu de fissures verticales qu'elles présentent.

« Lorsqu'une vallée, ajoute M. Elie de Beaumont, se trouve bordée d'escarpemens des deux côtés à la fois, on remarque constamment que les couches saillantes et rentrantes se correspondent exactement de part et d'autre, et on ne peut douter que dans l'origine elles n'aient formé continuité, Très-souvent à côté et en avant des escarpemens, on voit des rochers minces et verticaux, semblables à des pilastres grossièrement taillés, qui semblent avoir été laissés comme des preuves de l'ancienne continuité des couches qui constituent les deux escarpemens à travers le vide qui forme aujourd'hui la vallée [1]. »

» Dans la partie inférieure de la formation du grès rouge

[1] Observations géologiques sur les différentes formations qui, dans le système des Vosges, séparent la formation houillère de celle du lias.

les sources sont rares, cependant les puits sont peu profonds, mais l'eau n'en est pas d'une bonne qualité. La végétation du sol est languissante : il est couvert de friches, de mauvais prés et de champs dans lesquels les céréales et les pommes de terre croissent mal[1]. »

Utilité dans les arts. — Le grès rouge fournit des pierres de construction et des dalles, ou grandes plaques que les paysans exploitent pour les employer à clore leurs propriétés et leurs champs. Les argilolithes et les argilophyres qui accompagnent les roches ignées qui ont eu une si grande action sur le grès rouge, étant très-réfractaires, sont employées à la construction des fours et des fourneaux : aussi nomme-t-on ces roches *pierres à four*, dans les localités où on les exploite. En Angleterre, on utilise sous le nom de *marbre de Babba-combe*, et de *marbre du Devonshire*, les blocs de calcaire lamellaire qui se trouvent dans le conglomérat de la baie de *Babba-combe*, et l'on emploie à bâtir ou à faire de la chaux le calcaire de certains conglomérats qui appartiennent à la même formation.

DÉPÔTS PLUTONIQUES.

Les roches trappéennes, les diorites, les porphyres, les basaltes, les eurites, que l'on remarque en Angleterre, en Allemagne, en France, dans le voisinage du grès rouge, tendent à confirmer l'opinion de M. de la Bèche, et d'autres géologistes anglais, qu'il y a eu plusieurs centres de bouleversemens ou de soulèvemens subits, de dislocations de couches et de dispersions de fragmens, pendant que les différentes couches du dépôt de ce grès se formaient. Ces roches d'origine ignée ont même coupé, et traversé dans différentes directions les schistes, les calcaires et les autres roches sur lesquelles reposent les grès. C'est à l'éruption des roches trappéennes qu'il faut attribuer la dislocation des couches d'où proviennent les fragmens que l'on remarque dans les conglomérats. Il y a même à Werter-Toown, à Ideston, et dans le voisinage d'Exeter des masses de porphyre quarzifère rouge, qui recouvrent en partie le conglomérat. « Maintenant, dit M. de la Bèche, si l'on admet, » comme l'observation semble le prouver, que des roches » ignées ont été lancées au dehors, au moment de la pro» duction du conglomérat, il semble qu'il n'y a aucune

[1] *Rozet* : Description géologique de la partie méridionale de la chaîne des Vosges, p. 86.

» raison pour ne pas admettre également que, dans des » circonstances favorables, les uns et les autres ont dû se » trouver jusqu'à un certain point mêlés ensemble. »

A ces observations de M. de la Bèche, nous devons en ajouter de plus récentes : ce sont celles que M. Alfred Cloyne Austen a communiquées à la Société géologique de Londres vers la fin de 1834. Selon ce géologiste, un examen attentif démontre que c'est aux nombreuses dislocations du grès rouge qu'est due l'origine des collines et des vallées du Devonshire. Ces soulèvemens seraient de différentes époques, puisque dans les environs même de Babba-combe, on voit des failles présentant un changement vertical de niveau d'environ 200 pieds, et qui n'étant point dénudées et arrondies comme d'autres failles de la même contrée, doivent être d'une origine plus récente.

Dans le voisinage de Babba-combe, le trapp repose sur le schiste, et est recouvert par des couches de schiste et de calcaire qui s'enfoncent au sud-ouest. A sa surface inférieure, le trapp adhère fortement au schiste, mais à sa partie supérieure, il n'y a aucune adhérence quoique le schiste se moule sur la surface du trapp (*Pl.* 22, *fig.* 15). L'auteur de cette observation en conclut que la roche ignée a formé un courant de lave sous-marine sur lequel le schiste et le calcaire sont venus se déposer plus tard.

En Ecosse, M. Boué a signalé aux environs de Drummond, des filons de rétinite, de porphyre et de trapp dans le grès rouge; dans les collines de Coryg-Ills des filons de trapp, de perlite et de rétinite au milieu des mêmes grès; enfin des faits analogues entre Bradick et Lamlash et près de Kilmorie.

Cette liaison des porphyres avec le grès rouge s'observe, nous le répétons, dans un grand nombre de contrées. On voit presque partout où existe le grès rouge que les porphyres ont fait éruption non loin des rivages qui bordaient l'antique Océan.

Dans plusieurs localités de l'Allemagne, le basalte, la dolérite, le porphyre pyroxémique, et d'autres roches de la même origine ont traversé le grès rouge, et ont produit différens changemens et dérangemens plus ou moins considérables dans la stratification et la disposition normale ou originaire des masses formées par voies de sédiment. Ainsi, pour n'en citer qu'un des exemples les plus remarquables, dans la contrée qui s'étend entre Darmstadt et Francfort-sur-le-Mein, on remarque depuis le village de Bergheim

près de Waldeck, jusqu'à Francfort, le grès bigarré, les diverses couches du *zechstein*, et le grès rouge qui reposent sur les schistes et psammites du *terrain schisteux*. (*Pl.* 23, *fig*. 5.) Sur le grès rouge s'étend vers le centre un dépôt clysmien, et près des bords du Mein, un dépôt supercrétacé composé de mollasse recouvert de sable coquiller. Sur le grès bigarré se trouve une masse de basalte; plus loin, la dolérite a traversé le grès rouge au-dessus duquel elle forme une cime qui domine le pays; plus loin encore c'est le basalte que l'on voit traverser le psammite du terrain schisteux et le grès rouge; enfin en continuant à se diriger vers Francfort, on voit le porphyre pyroxénique qui s'est fait jour à travers le grès rouge.

C'est aux intercallations de ces roches ignées au milieu du grès que sont dues les altérations qu'on remarque dans celui-ci, et qui tantôt font passer insensiblement le grès au porphyre, et tantôt le pénètrent des principes feldspathiques, et lui donnent l'apparence de porphyres terreux, quelquefois même le transforment en matière argileuse. C'est encore à l'influence de ces porphyres sortis brûlans du sein de la terre, que le ciment qui unit les grains plus ou moins gros du grès rouge doit ce genre de modification par lequel il passe à une pâte pétrosiliceuse, tandis que les fragmens qu'elle renferme sont à peine altérés.

M. Ami Boué a fait diverses observations importantes sur l'influence des éruptions porphyriques à l'époque du grès rouge. Nous les résumerons en peu de mots. Ainsi, autour de la grande île formée par l'*Er-gebirge*, et le *Riesen-gebirge*, ce sont ces éruptions qui ont produit çà et là, les amas de grès rouge qui ont commencé à combler les grandes cavités du nord de l'Allemagne. Autour du Harz, du Thuringerwald, du Schwarzwald, et des Vosges, de semblables amas se sont formés par la même cause. Au nord de l'île que constituait le groupe des Alpes, les porphyres ne se sont point fait jour et le grès rouge ne s'y montre pas; au sud, au contraire, les amas de grès rouge sont fréquens dans le Tyrol, en Carinthie, et jusque sur les bords du lac majeur; les porphyres s'y montrent aussi, et l'on voit que les points où ils ont fait éruption, indiquent des contours que baignait l'Océan.

Quoi qu'il en soit, nous devons faire observer que souvent les roches ignées paraissent avoir pénétré des dépôts, lorsqu'au contraire ceux-ci se sont formés après leur éruption.

M. Rozet a remarqué plusieurs exemples de ce genre dans les Vosges.

« Comme la surface des roches euritiques et porphyriques, dit-il, est ordinairement hérissée d'aspérités, dont quelques-unes forment des dykes fort étendus, ceux-ci ayant été recouverts par le grès rouge se trouvent aujourd'hui pénétrer dedans, comme s'ils y avaient été introduits postérieurement à son dépôt. Mais dans les Vosges, un examen attentif m'a démontré que tous ces prétendus filons ou dykes, tiennent aux masses porphyriques inférieures, et qu'à leur contact avec le grès ils sont toujours transformés en matière argileuse, comme les autres parties de ces masses recouvertes par eux. »

Toutefois, nous devons dire que lorsque les couches traversés par les roches ignées sont dérangées de leur horizontalité originaire, il est impossible de douter que les roches ignées n'aient fait éruption après le dépôt de celles dans lesquelles elles sont enclavées.

TABLEAU

DE LA PUISSANCE ET DE L'ÉLÉVATION DU TERRAIN PSAMMÉRYTHRIQUE.

	Localités.		Puissance.	Élévation.
Europe.	Angleterre.	Calcaire magnésifère ou Dolomie.	100m.	280m.
	Angleterre.	Grès rouge.	150	»
	France. (Vosges.)	*idem.*	20 à 30	100 à 200
	France. (Calvados.).	Grès rouge et marnes rouges.	65	»
	Allemagne.	Zechstein.	30 à 100	450
		Grès rouge.	»	1150
	Allemagne centrale.	*idem.*	80	»
	Hesse électorale	Zechstein.	90	»
	Hesse électorale, près de Biéber.	*idem.*	»	260 à 300
	Grand-duché de Hesse-Darmstadt, environs de Budingen.	*idem.*	»	220 à 260
	Mont Kiffhauser.	Grès rouge.	»	480
	Harz	*idem.*	1000	300 à 450
	Harz oriental	Zechstein.	»	420
		Grès rouge.	»	470
	Grand duché de Bade, env. d'Heidelberg.	*idem.*	650	»
	Silésie: plaine de Waldenbourg.	*idem.*	»	410
Amérique.	Nouvelle-Écosse: isthme qui unit la presqu'île de Digby's Neck au continent.	Grès rouge et gris.	»	45
	Mexique.	Grès rouge.	»	2000 à 2500
	Mexique: plaines de Salamanca et de Burras.	*idem.*	»	1750
	Mexique: plaines de Villalpando.	*idem.*	»	2600
	Nouvelle Grenade.	*idem.*	»	80 à 3500
	Llanos de Venezuela.	*idem.*	»	60 à 100
	Plateau méridional de la province de Quito.	*idem.*	»	1650 à 3150
	Pérou: Bassin de Caxamarca.	*idem.*	»	1900
	Vallée de l'Amazone.	*idem.*	»	350
	Jamaïque.	*idem.*	600 à 900	»

TABLEAU GÉOGRAPHIQUE

DU TERRAIN PSAMMÉRYTHRIQUE.

FORMATION MAGNÉSIFÈRE.

(*Zechstein.*)

Nature des dépôts.	Localités.
Dolomie et conglomérat magnésien.	EUROPE. — *France :* environs de Carentan (Manche); de Cartigny, et sur la rive droite de la Vire, depuis le pont du Vey jusqu'au delà de Neuilly (Calvados); de Figeac (Lot); de Saint-Dey (Vosges); d'Espalion et de Rhodez (Aveyron); entre Toulon et Fréjus (Var). *Royaume Lombard-Vénitien :* environs de Valdagno, près du village de Recoaro. *Angleterre :* environs de Durham, de Sunderland, de Midridge, d'Hawtorn (comté du Durham); d'Humbleton (Northumberland); de Sipham (Somerset); de Whitehaven (Cumberland); comtés de Salop, de Worcester, etc. *Irlande :* environs de Newton et de Down-Patrick.
Calcaires magnésifères, marneux, bitumineux; schistes, marnes, etc.	*Prusse :* environs d'Alvensleben, de Nordhausen, de Mansfeld, d'Eisleben, et de Wettin (province de Saxe). *Grand-duché de Hesse-Darmstadt :* environs de Budingen. *Hesse électorale :* environs de Frankenberg de Schmalkalden (zechstein ferrifère), de Hanau, de Bieber (zechstein métallifère). *Grand-duché de Saxe-Weimar :* environs d'Eisenach. *Duché de Saxe-Meinengen :* environs de Saalfeld. *Principauté de Reuss Lobenstein-Ebersdorf :* environs de Géra (zechstein coquiller).

FORMATION PSAMMÉRYTHRIQUE.

(*Grès rouge.*)

Grès rouge et agglomérat.	EUROPE. — *France :* environs de Saint-Dey, de Bruyères, de Saales; le Valdajot, la vallée de Senones (Vosges); environs de

Nature des dépôts.	Localités.
Grès rouge et conglomérat.	Schellestadt, de Strasbourg (Bas-Rhin); de Giromagny (Haut-Rhin); de Ronchamps (Haute-Saône); d'Autun et du Creuzot (Saône-et-Loire); de Figeac (Lot); de Rhodez (Aveyron); de Fréjus et de Brignolle (Var); du village de Macaye à neuf lieues de Bayonne (Basses-Pyrénées). *Angleterre :* environs de Bristol (comtés de Gloucester et de Somerset); Baie de Babba-combe, et environs d'Exmouth et d'Exeter (Devonshire), de Longtown et de Carlisle (Cumberland); diverses localités des comtés de Salop et de Worcester. *Écosse :* environs de Thurso (comté de Caithness): grès rouge et schiste marno-bitumineux à poissons; près du village d'Oban (comté d'Argyle); environs d'Inverness (comté du même nom); de Perth (comté du même nom); de Bervie (comté de Kincardine); près du village de Drummond, paroisse de Kiltearn (comté de Ross): filons de rétinite, de trapp et de porphyre dans le grès rouge. Environs de Dumfries (comté du même nom), près de Corncockle-Muir: grès rouge portant des traces de pas d'animaux; près du village Salt-Coats, dans les environs d'Ayr (comté du même nom); environs de Greenock (comté de Renfrew); de Dunbar (comté d'Haddington): grès rouge et trapp feldspathique prismé; environs de Kelso (comté de Roxburgh). Aux environs de Lamlash, sur la côte S.-E. de l'île d'Arran; de Kilmory, dans la partie S.-O. de la même île. *Hesse électorale :* environs de Frankenberg; de Schmalkalden : grès rouge et porphyre. Environs de Bieber et de Ruckingen. *Grand-duché de Hesse-Darmstadt :* environs de Büdingen. *Prusse :* mont Kyffhauser (province de Saxe): grès rouge contenant du bois siliceux. Environs de Mansfeld et d'Eisleben, de Wippra et de Gerbstadt (province de Saxe); de Mittelwald et de Lövemberg (province de Silésie); montagne de Landskrone (*idem*), environs de Glatz, de Waldenbourg et de Neurode. *Grand-duché de Saxe-Weimar :* environs de d'Eisenach. *Royaume de Saxe :* environs de Zwickau, de

Nature des dépôts.	Localités.
Grès rouge et conglomérat.	Dresde, de Plauen, de Groitzch et de Leipsick. *Grand-duché de Bade :* environs d'Heidelberg : grès rouge à filons de porphyre et brèche porphyrique. Environs d'Eberbach et de Baden. *Duché d'Anhalt-Bernbourg :* environs de Ballenstedt. *Moravie :* environs de Brünn. *Archiduché d'Autriche :* environs d'Abtenau. *Illyrie :* environs du bourg de Saint-Hermagor et de Klagenfurt. AMÉRIQUE. — *Nouvelle-Écosse :* isthme qui unit la presqu'île de Digby's Neck au continent. *États-Unis :* Montagnes Rocheuses et monts Alleghanys. *Mexique :* rives du Rio Colorado; plaines de Salamanca et de Burras; plaines de Villalpando. *Colombie :* Nouvelle-Grenade, Llanos de Venezuela; plateaux de Tarqui et de Cuenca; plateau méridional de la province de Quito. *Pérou :* bassin de Caxamarca. *Brésil :* vallée de l'Amazone. *Antilles :* Jamaïque.

TABLEAU

DES CORPS ORGANISÉS FOSSILES

DU TERRAIN PSAMMÉRYTHRIQUE.

FORMATION MAGNÉSIFÈRE.

Zechstein.

VÉGÉTAUX.	Localités et roches.
Fucoides Brardii. (Ad. Brong.)	Schiste cuivreux : Frankenberg.
— selaginoides. (Ad. Brong.) — lycopodioides. (Ad. Brong.) — frumentarius. (Ad. Brong.) — pectinatus. (Ad. Brong.) — digitatus. (Ad. Brong.)	Schiste cuivreux : Mansfeld.

	Localités et roches.
Caulerpites[1] pteroïdes. (Sternb.) — Schlotheimii. (Sternb.) — spiciformis. (Stern.)	Schiste cuivreux : Mansfeld.
Cupressus Hullmanni. (Bronn.)	Lieu non indiqué.
Lycopodites Hœninghausii. (Ad. Brong.)	Eisleben.
Bruckmannia bulbosa. (Sternberg.) Asterophyllites ?	Thuringe.
Végétaux non déterminés dans le schiste marneux et le calcaire coquiller bleu.	Durham. (Sedg.)
ZOOPHYTES.	
Retepora flustracea. (Phil.) — virgulacea. (Phil.)	Calcaire magnésien coquiller : Durham.
Gorgonia anceps. (Goldf.) — dubia. (Goldf.) — antiqua. (Goldf.) — infundibuliformis. (Goldf.) Calamopora spongites. (Goldf.) Forme quelquefois des couches entières dans le calcaire carbonifère.	Glücksbrunn en Thuringe, dans la dolomie.
Polypiers. Genres non déterminés.	Comtés de Durham et de Northumberland.
RADIAIRES.	
Cyathocrinites planus. (Miller.)	Calcaire magnésien : comtés de Durham et de Northumberland.
Encrinites ramosus. (Schlot.)	Glückbrunn ; Thuringe. (Al. Brong.)
Crinoides. Genres non déterminés.	Comtés de Durham et de Northumberland.
MOLLUSQUES.	
Productus aculeatus. C'est le gryphites aculeatus de Schlotheim ; M. Hœninghaus croit aussi cette espèce identique avec les Productus horridus et Productus scabriusculus. (Sow.)	Büdingen ; Neustadt ; Thuringe ; etc. ; Durham et Northumberland.
— rugosus. (Schlot.)	Röpsen, près Gera.
— speluncarius. (Al. Brong.)	Röpsen, Glückbrunn.
— antiquatus. (Sow.)	Midderidge.

[1] Le genre *Caulerpites* de M. Sternberg est le même que le genre *Fucoïdes* de M. Al. Brongniart.

	Localités et roches.
— calvus. (Sow.)	Humbleton; Midderidge, etc.
— spinosus. (Sow.)	Humbleton, etc.
— longispinus. (Sow.)	Schiste cuivreux : Schmerbach, Thuringe.
Spirifer trigonalis. (Sow.)	Röpsen.
— undulatus. (Sow.)	Midderidge; Humbleton.
— multiplicatus.	Humbleton.
— minutus.	
— alatus.	
Terebratula intermedia. (Schlot.)	Röpsen.
— inflata. (Schlot.)	Röpsen; Schmerbach.
— cristata.	Röpsen.
— lacunosa. (Schlot.)	Schiste cuivreux : Schmerbach; Zechstein : Röpsen.
— paradoxa. (Schlot.)	Schmerbach. (Al. Brong.)
— elongata. (Schlot.)	
— pelargonata. (Schlot.)	
— pygmæa. (Schlot.)	Leimstein, près de Schmalkalden.
— Espèce non déterminée.	Durham.
Axinus obscurus. (Sow.)	
Arca tumida. (Sow.)	Humbleton; Durham.
Cucullæa sulcata. (Sow.)	
Avicula gryphæoides. (Sow.)	Humbleton, très-abondant.
Ostrea? Espèce non déterminée.	Northumberland.
Astarte?	Whitley; Northumberland.
Modiola acuminata. (Sow.)	Roches de Black : Durham.
— Espèce non déterminée.	Durham.
Mytylus squamosus (Sow.)	Ferrybridge.
— ceratophagus. (Schlot.) Avicula. (Dechen.)	Glücksbrunn.
— striatus. (Schlot.) Cucullæa. (Dechen.)	
Unio hybridus. (Sow.)	— Nottinghamshire.
Pecten. Espèce non déterminée.	Humbleton.
Plagiostoma?	
Venus?	
Dentalium ou Serpula? Espèce indéterminée.	Durham.
Turbo?	Calcaire magnésien : Marret Hickleton.
Pleurotoma?	Calcaire magnésien : Humbleton.
Melania? Cinq espèces.	Calcaire magnésien : Hawthorn Hive.
Ammonites? Espèce non déterm.	Humbleton.
— gibbosus.	

CRUSTACÉS.	Localités et roches.
Trilobites bituminosus. —? problematicus. (Schlot.) Idotea antiquissima. (Germar.)	Mansfeld.
POISSONS.	
Palæothrissum macrocephalum. (Blainv.) — magnum. (Blainv.)	Schiste cuivreux ou bitumineux : Mansfeld; schiste marneux ; Midderidge et East Thickley.
— macropterum. (Brong.)	Schiste cuivreux : Börschweiler, Thuringe.
— elegans.	Schiste marneux : Midderidge et East Thickley.
— blennioides. (Holl.)	Schiste cuivreux : Mansfeld. (D'après M. Dechen.)
— Espèce non déterminée.	Schiste marneux : Midderidge et East Thickley.
Palæoniscus Freieslebeni. (Blainv.) — macropomus. (Agass.)	Schiste cuivreux : Mansfeld et Hesse.
— magnus. (Agass.) — elegans. (Agass.) Pygopterus Humboldti. (Agass.) — scoticus. (Agass.) — Bonnardi. (Agass.) Acrolepis Sedgwicki. (Agass.)	Diverses contrées de l'Allemagne.
Platysomus gibbosus (Agass.), ou le Stromateus. (Blainv.) — rhombus. — striatus. — macrurus. — parvus.	Allemagne et Angleterre.
Clupæa Lametherii. (Blainv.)	Schiste cuivreux : Mansfeld.
Stromateus gibbosus. (Blainv.)	Schiste cuivreux : Eisleben, Mansfeld.
Chætodon? (Winch.)	Calcaire magnésien : Pallion, près de Sunderland, Durham.
Poissons. Genres non déterminés.	Schiste marneux : East Thickley.
REPTILES.	
Monitor Thuringiensis. (Cuv.)	Schiste cuivreux ou bitumineux : Mansfeld; Rothenburg sur la Saale; Glückbrunn; Memmingen, etc.
Protorosaurus Speneri.	Allemagne.

FORMATION PSAMMÉRYTHRIQUE.

(*Grès-rouge.*)

	Localités.
VÉGÉTAUX.	
Bois silicifiés. Lycopodiolites.	Royaume de Saxe ; Thuringe.
Conifères. Débris quelquefois silicifiés.	Vosges.
Rhizomates. (Troncs et autres débris.) Palmiers. Troncs et autres débris. Meduloses. (Cotta.) Calamites. (Cotta.)	Diverses parties de l'Allemagne.
ANIMAUX VERTÉBRÉS.	
Traces de pas d'animaux qui paraissent être des tortues.	Ecosse : comté de Dumfries.

LIVRE DOUZIÈME.

DESCRIPTION PARTICULIÈRE DES TERRAINS.

Terrains carbonifère et schisteux.

CHAPITRE Ier.

TERRAIN CARBONIFÈRE.

Comprenant:
- Le terrain houiller et le terrain anthraxifère, de M. d'Omalius d'Halloy;
- Le terrain yzémien abyssique houiller, de M. Al. Brongniart;
- Le terrain houiller, de la plupart des géologistes français;
- Le terrain carbonifère, de M. Rozet;
- Le sol secondaire, de M. A. Boué;
- Le groupe carbonifère, de M. de la Bèche;
- Le *Coal measures* des Anglais;
- Le *Stein-kohlen*, ou *Stein-kohlen-gebirge*, des Allemands.

Plusieurs auteurs ont cru devoir séparer en deux terrains distincts, sous le nom de *terrain houiller* et *terrain antraxifère*, deux groupes de roches qui se confondent tellement et par leur nature et par leur stratification, que tout bien considéré il est beaucoup plus rationnel et même plus simple de les réunir : aussi est-ce ce qu'a fait M. de la Bèche, en établissant son *groupe carbonifère*, et ce que nous croyons devoir faire dans notre *terrain carbonifère*, qui n'est réellement bien caractérisé que par l'abondance de deux combustibles appelés *houille* et *anthracite* dans la composition desquels le *carbone* domine : ce qui justifie le nom que porte ce *terrain*.

Il est vrai que nous avons vu que dans le terrain jurassique, la formation oolithique renferme une espèce de *houille*, qui abonde surtout dans le comté d'York, en Angleterre, et la formation liasique, une houille appelée *stipite*, et une espèce d'*anthracite*, comme celle que l'on exploite dans la Tarentaise; que le terrain keuprique présente

aussi des dépôts d'une substance carbonifère, appelée *houille sèche*, ou *maigre*, *houille limoneuse* et *stipite*; que le terrain psammérythrique contient de la véritable houille. Mais ces dépôts sont loin d'être aussi considérables, aussi abondants, aussi constants, dans les terrains que nous venons de citer, que dans le *terrain carbonifère*. Ils y sont en quelque sorte accidentels, tandis que la véritable houille et l'anthracite sont caractéristiques du terrain que nous allons décrire.

Ce terrain appartient à une époque tout à fait distincte de celle qui a vu se former le terrain psammérythrique, soit par la stratification, soit par la nature des roches : en effet, le terrain de grès rouge repose en stratification discordante sur le *terrain carbonifère*, et se compose de roches, d'agrégation et de sédiment ; les roches cristallines n'y sont qu'accidentellement. Le terrain carbonifère abonde, au contraire, en roches cristallines et celles mêmes qui sont sédimentaires y offrent un dépôt semi-cristallin.

Nous diviserons le *terrain carbonifère* en trois formations : celle qui renferme principalement de la houille ; celle qui contient de l'anthracite et de la houille, et celle du vieux grès rouge. C'est-à-dire la *formation houillère*, la *formation carbonifère*, et la *formation psammérythrique ancienne* ou *paléopsammérythrique*.

FORMATION HOUILLÈRE.

Comprenant :
- Le terrain houiller, de M. d'Omalius d'Halloy et d'autres auteurs ;
- Le terrain abyssique houiller, de M. Al. Brongnart ;
- La première formation du terrain carbonifère, de M. Rozet ;
- Le *Coal measures* des Anglais ;
- Le *Stein-kohlen-gebirge* et le *Kohlen-sandstein*, des Allemands.

Cette formation, ainsi que l'indique son nom, est caractérisée par les couches plus ou moins nombreuses d'une substance combustible, noire, brillante et bitumineuse appelée houille, qui alternent tantôt avec des roches arénacées et tantôt avec des schistes.

Les substances minérales qui se trouvent disséminées en petite quantité dans la formation houillère, sont les sulfures de fer, appelés sperkise et pyrite, qui pénètrent souvent la houille ; l'agate et le calcaire spathique, que l'on

remarque dans les diverses couches, et dont le dernier remplit de ses cristaux les fentes du combustible; le bitume que l'on voit quelquefois découler de la houille, et plus rarement encore des résines fossiles soit dans le schiste, soit dans la houille; enfin les roches quarzeuses, calcaires et schisteuses contiennent aussi quelquefois la dolomie cristallisée, la préhnite, la chabasie, ainsi que des minerais d'argent, de cuivre, de plomb et de zinc.

Quant aux débris organiques que l'on trouve dans la formation houillère, M. Al. Brongniart ne connaissait en 1829, époque de la publication de son traité le plus récent, que des végétaux et des coquilles d'eau douce; mais aujourd'hui il est certain que l'on y trouve aussi des coquilles marines, des poissons et même des insectes.

Il est à remarquer que ces corps organisés sont disséminés d'une manière toute particulière; ainsi les tiges végétales se trouvent principalement dans les grès, et les feuilles dans les schistes; les argiles renferment quelques coquilles d'eau douce appartenant au genre *Unio*, et d'autres voisines du genre *Anodoute;* tandis que les roches calcaires et quelquefois les schistes alumineux inférieurs renferment des animaux marins, tels que des encrines, des évomphales, des turritelles, des lingules, des térébratules des productes, des spirifères, des orthocères, des ammonites, etc.

Il est encore à remarquer que ces fossiles sont toujours par bancs, au lieu d'être disséminés dans la roche qui les renferme; et qu'ils ne se trouvent pas dans tous les bassins. Ainsi, la formation houillère du sud de l'Angleterre ne renferme point de fossiles marins, tandis qu'on en trouve dans le nord. Dans le centre de la France, au contraire, cette formation est en général dépourvue de débris marins, comme si elle avait été déposée dans de petits bassins *lacustres*.

En Ecosse, dans plusienrs localités sur les bords du Forth, M. Jameson cite des couches de la formation houillère qui sont tellement abondantes en Coprolithes qu'on pourrait les nommer *couches à coprolithes*; tandis que d'autres renferment un si grand nombre d'écailles de poissons, qu'elles mériteraient d'être appelées *couches à écailles*.

Les végétaux des houillères ne sont plus pour la plupart dans leur position originaire et sur leur sol natal. « On rencontre bien, dit M. Boué, des troncs placés verticalement comme dans la nature, mais ils sont toujours accompagnés de tiges et de troncs inclinés ou renversés; d'ailleurs, la

plupart ne laissent pas voir leurs racines ni le terroir où on pourrait supposer qu'ils ont végété. L'opinion contraire n'a pu naître dans l'esprit des observateurs que par la vue de quelques carrières, or la vérification mathématique de cette assertion exigerait une coupe immense et dénudée d'un terrain houiller, ce qui ne se présente guère dans la nature[1]. »

On peut se faire une idée de la nature de la végétation qui couvrait les parties terrestres à l'époque de la formation houillère par le résumé suivant, des familles, des genres et des espèces tel qu'il a été publié par M. Ad. Brongniart[2].

Classe	Famille	Genre	Espèces.	Total
Cryptogames vasculaires.	Equisétacées.	Equisetum. . . .	2	14
		Calamites.	12	
	Fougères.	Sphenopteris. . .	21	130
		Cyclopteris. . . .	2	
		Nevropteris. . . .	11	
		Glossopteris. . . .	1	
		Pecopteris	46	
		Lonchopteris. . .	2	
		Odonpteris. . . .	5	
		Schizopteris. . . .	1	
		Sigillaria	41	
	Marsiliacées.	Sphenophyllum. .	7	7
	Lycopodiacées.	Lycopodites . . .	10	68
		Selaginites	2	
		Lepidodendron. .	34	
		Lepidophyllum. .	5	
		Lepidostrobus . .	4	
		Cardiocarpon. . .	5	
		Stigmaria.	8	
Phanérogames monocotylédones.	Palmiers.	Flabellaria	1	3
		Nægerathia . . .	1	
		Zeugophyllites . .	1	
	Cannées.	Cannophyllites. .	1	1
	Familles incertaines	Sternbergia. . . .	3	14
		Poacites	3	
		Trigonocarpum. .	5	
		Musocarpum. . .	3	
Plantes dont la classe est incertaine, mais qui paraissent se rapprocher davantage des deux classes ci-dessus que des autres.		Phyllotheca. . . .	1	21
		Annularia.	7	
		Asterophyllites. .	10	
		Volkmannia . . .	3	
		Total. . .		158

Il est facile de reconnaître dans la formation houillère, deux étages, et quelquefois trois lorsque les roches arénacées

[1] M. *A. Boué :* Guide du géologue voyageur, tom. 2, p. 18.
[2] Prodrome de l'histoire des végétaux fossiles. Paris, 1828.

placées à sa partie supérieure acquièrent un développement considérable. Ainsi, M. Dumont a divisé le bassin houiller de Liége en trois étages : le supérieur, qui présente une stratification très-compliquée, occupe le centre et forme des plateaux aux environs de Liége ; l'étage moyen, dont les couches sont moins nombreuses, forme une sorte de ceinture autour de cette ville ; enfin, l'étage inférieur, qui se montre à découvert dans la plus grande partie du bassin, est remarquable par la quantité de plis que font ses couches.

Afin de simplifier nos descriptions, nous adopterons ici la division en deux étages, dont nous allons donner les principaux caractères.

ÉTAGE SUPÉRIEUR.

L'étage supérieur de la formation houillère se compose d'arkoses, de grès, de psammite, de conglomérats, alternant avec des schistes et des couches de houille.

Les roches que l'on voit ordinairement à la partie supérieure sont des arkoses, de la variété que M. Al. Brongniart a appelée *arkose miliaire*, c'est-à-dire, à petits grains semblables à la graine de millet. Cette roche est tantôt grisâtre et tantôt rougeâtre.

Les grès houillers sont quelquefois, ainsi que la plupart des grès, des roches composées de sable agglutiné par un ciment siliceux.

D'autres fois ils sont micacés : ce sont alors des psammites, ordinairement brunâtres, ou presque noirs et quelquefois bitumineux.

Dans plusieurs localités, ces psammites renferment des fragmens de houille, qui par leur texture semblent provenir de débris de végétaux. Certaines variétés de psammites forment aussi ce grés tendre appelé par les Allemands *mürbe sandstein*.

Enfin, les psammites passent aussi à des phtanites presque toujours d'une structure schisteuse. Les couleurs de ces phtanites sont le noir, le rougeâtre, le jaunâtre, le blanchâtre et le gris ; quelquefois leur grain devient tellement serré, qu'ils passent au silex et sont même translucides.

Les conglomérats consistent ordinairement en gros galets de quarz réunis par un ciment argileux ; quelquefois on y trouve des fragmens de diverses roches plus anciennes ; d'autres fois les fragmens et les galets varient de grosseur et deviennent même des grains assez petits. Ces roches se

trouvent en bancs très-puissans depuis la superficie jusqu'à la base de l'étage supérieur.

Les conglomérats renferment quelquefois des parcelles de mica, et forment des *poudingues psamméry thriques*; quelquefois aussi ces poudingues sont à base d'arkose c'est-à-dire qu'ils renferment, outre le mica, des grains de feldspath; mais cette dernière substance est souvent altérée et se change en kaolin, comme aux environs de Tarascon.

Les schistes de cet étage constituent deux variétés : tantôt ce sont des roches contenant plus d'argile et moins de sable que les conglomérats; et comme il y reste le mica, ils forment ce que l'on appelle le *phyllade pailletté*. Leurs couleurs varient du brunâtre au rougeâtre et au verdâtre, et quelquefois ils sont bigarrés, d'autres fois le sable et le mica manquent complétement : alors ils passent à un schiste argileux, ou à une argile schisteuse appelée *schieferthon* par les Allemands, et qui se délaye facilement dans l'eau. Leurs couleurs est le gris bleuâtre, le verdâtre ou le noirâtre, et même le noir foncé lorsqu'ils sont en contact avec les couches de houille. Très-souvent même les schictes sont bitumineux, ou bien recouverts d'un enduit charbonneux. Souvent aussi ils passent à l'ampélite alunifère, mais principalement dans l'étage inférieur. C'est entre leurs feuillets que se trouvent ces empreintes végétales particulières à la formation houillère.

Une substance importante est subordonnée à ces schistes, et quelquefois aux psammites et aux argiles schisteuses, c'est la sidérose ou le fer carbonaté. Elle se présente en masses ovoïdes engagées dans le schiste argileux, le grès et l'argile; ces masses, ordinairement aplaties, sont un composé d'argile schisteuse pénétrée et consolidée par le carbonate de fer, plus ou moins abondant. On trouve quelquefois au centre un corps étranger qui semble avoir déterminé la forme sphéroïdale de ces rognons, en servant de noyau autour duquel se sont précipitées les infiltrations ferrifères : ce sont de petits amas de blende, des fragmens de végétaux ou des fruits fossiles et quelquefois des coprolithes et des coquilles. Le plus souvent ces corps étrangers manquent. Quelquefois le centre de ces masses est vide et présente des fissures de retrait offrant des formes prismatiques. Souvent ces ovoïdes s'aplatissent au point de former des plaques qui, se fondant les unes dans les autres, constituent de véritables couches continues. Lorsque les masses réniformes de sidérose ont été pendant quelque temps exposées aux influences atmosphériques, elles

se divisent en lames concentriques. Cette sidérose est presque toujours compacte et quelquefois terreuse ; sa couleur est le gris plus ou moins foncé, et souvent le rouge d'ocre, mais seulement à sa surface, lorsque celle-ci commence à se décomposer.

Nous venons de voir que la sidérose constitue une véritable roche en formant des couches continues au milieu des autres roches des deux étages de la formation houillère ; M. de Léonhard a dans ces derniers temps signalé près de Wolfstein, dans la Bavière rhénane, un fait jusqu'à présent unique dans la formation houillère : c'est la présence d'un épais filon de calcaire saccharoïde au milieu du grès houiller, qui nous paraît appartenir à l'étage supérieur.

Autour de Nieder Kirchen, à *une* lieue et *demie* à l'est de Wolfstein, domine le grès houiller, au milieu duquel, dit M. de Léonhard, apparaissent de puissantes masses de diorite ainsi que des filons de calcaire saccharoïde, remarquable par la variété et la beauté de ses couleurs. Ces filons n'ont pas seulement percé le grès houiller, ils ont empâté des fragmens de diorite et de grès ; ils sont tellement inclinés qu'ils sont presque verticaux ; plusieurs cependant courent de l'est à l'ouest. La longueur de quelques-uns est estimée à 3,200 pieds. Leur puissance est très-variable : les uns n'ont que quelques pouces d'épaisseur, tandis que celle des autres est de 3 à 4 pieds ; elle augmente même avec leur profondeur, de manière qu'à 30 ou 36 pieds, ils ont 10 à 21 pieds d'épaisseur.

Ce calcaire est d'un grain fin et généralement d'un rouge de chair, couleur qui est due à l'oxide de fer. Les parties parfaitement blanches n'ont point une texture saccharoïde, mais feuilletée : on peut avoir des échantillons qui sont moitié d'une texture et moitié de l'autre. Ce que cette roche offre de particulier, c'est que sur le fond couleur de chair de la masse, se dessinent des anneaux d'un rouge brun foncé ou jaune, dont le diamètre varie entre un quart de pouce et un peu plus d'un pouce, tantôt serrés les uns contre les autres et tantôt plus ou moins espacés. Au milieu de ces cercles, on aperçoit fréquemment de petits fragmens de diorite decomposée dont le feldspath est transformé en une sorte de kaolin. Ce calcaire dans les parties où il empâte des fragmens de diorite et de grès prend tout à fait le caractère d'un poudingue ou plutôt d'une brèche. Vers le milieu de l'épaisseur des filons, on remarque souvent des géodes assez grandes, tapissées de beaux cris-

taux de calcaire spathique dont les intervalles sont remplis d'argile.

Depuis plus de cinquante ans on exploite ces filons de calcaire pour en faire de la chaux ; mais ils seraient susceptibles de fournir un marbre d'un assez bel effet.

Sur les surfaces des filons et du grès houiller en contact avec ceux-ci, on reconnaît les traces d'un frottement violent, dû au mouvement auquel le calcaire paraît avoir cédé en pénétrant de bas en haut en forme de coins dans le grès.

Il est probable que l'effet de la pénétration de ce calcaire au milieu du grès houiller, de même que sa texture sacchoroïde, sont dus à l'épanchement de la diorite et se rattachent conséquemment à l'action des dépôts plutoniques dont nous parlerons bientôt [1].

Au milieu des alternances nombreuses d'arkoses, de grès, de conglomérats et de schistes que présente l'étage supérieur de la formation houillère, se trouve la houille tantôt en couches ordinairement brisées, comme celles des roches qui l'accompagnent, tantôt en amas allongés qui ont l'aspect de véritables couches.

Quelquefois les couches au lieu d'être brisées et d'une épaisseur uniforme, comme en Belgique, sont peu inclinées, minces vers leurs extrémités et renflées vers le centre. Dans l'arrondissement de Rive-de-Gier, ces sortes de couches ont 5 mètres de puissance dans leur partie mince, et 20 dans leur renflement. On donne le nom de disposition en *fond de bateau* à celle que présentent des couches qui se relèvent d'un point central vers les extrémités en conservant une faible inclinaison. Ces dispositions ne se font remarquer que dans les bassins d'une petite étendue.

Une disposition assez remarquable que présente quelquefois le grès houiller, est ce qu'on désigne sous le nom de *brouillage* (en allemand *wulste*) : c'est un mélange confus de plusieurs couches, et dont la cause paraît être due au voisinage des roches d'origine ignée.

Pour donner une idée du nombre varié de couches que présente la houille, nous rappellerons que l'ingénieur des mines, Beaunier, dans les sept groupes que l'on connaît aux environs de Saint-Etienne, en compte depuis trois jusqu'à vingt-une : savoir :

1 Note communiquée à la Bibliothèque universelle de Genève par M. de Léonhard. Mars 1838.

Groupe de Saint-Chamond	. . . .	5
—	de Roche-la-Molière.	9
—	de Cluzel, de Villard et Montaux. . .	11
—	des côtes Thiolière, d'Aveise	12
—	du Treuil, du Cros, du Fay.	13
—	de Firmini.	18
—	de la Rica-Marie et la Bérardière . .	21

Quelquefois le nombre des couches est encore plus considérable : ainsi l'on connaît plus de 30 couches de houille en Silésie, 40 dans les environs de Newcastle en Angleterre, 85 dans les houillères du pays de Liége, 46 aux mines du Fléau près Mons ; et même on en compte jusqu'à 114 dans d'autres localités des environs de cette ville.

Ces couches varient également de puissance : quelquefois elle n'est que de quelques centimètres ; d'autres fois de 0m50, ou bien 1m50 ; à Mons elle est même de 5 à 6 mètres; enfin lorsque la houille est en amas, son épaisseur devient beaucoup plus grande encore.

La houille de l'étage supérieur se divise en trois ou quatre principales variétés, suivant les caractères minéralogiques et chimiques qu'elle présente. La *houille sèche* ou *maigre* que l'on nomme aussi en Belgique et dans le nord de la France, *terre houille* ou *téroule*, est d'un noir brunâtre ou grisâtre ; sa cassure est quelquefois conchoïde mais sans éclat ; elle s'allume difficilement et brûle avec une flamme bleuâtre et courte sans se boursoufler, et sans que ses fragmens s'agglutinent ; elle s'éteint par l'action d'un courant d'air trop grand, ou lorsqu'on la retire du foyer, en se couvrant d'une cendre blanchâtre. Elle laisse un résidu assez considérable d'argile ferrugineuse ; enfin elle donne un coke pulvérulent, et ne fournit presque pas de bitume par la distillation.

On voit par ses caractères que cette houille tient le milieu entre l'anthracite et le lignite, et que sa qualité est la plus médiocre que puisse offrir ce combustible. Cependant elle est employée au chauffage de la classe peu aisée, qui trouve dans son emploi l'avantage d'une combustion lente et conséquemment économique.

La houille grasse appelée aussi *maréchale*, parce qu'elle est particulièrement employée par les maréchaux, est fragile et légère, d'un noir brillant et d'une cassure éclatante ; elle s'allume aisément et brûle avec une flamme longue en répandant une fumée épaisse et grasse. Ses fragmens s'agglutinent pendant la combustion, surtout lorsqu'on l'hu-

mecte d'eau : en sorte qu'il se forme autour du point en ignition, une voûte solide sous laquelle le calorique se concentre : ce qui accélère le degré d'incandescence nécessaire au traitement du fer. Elle forme un coke boursouflé. Elle donne par la distillation beaucoup de bitume et d'ammoniaque.

La houille commune est moins fragile et d'un plus beau noir que la houille grasse, elle est aussi moins collante; sa cassure est moins brillante ; elle brûle facilement avec une flamme blanchâtre. Au commencement de la combustion ses fragmens adhèrent lorsqu'ils brûlent sans flamme. Le coke qu'elle forme a une cassure grenue et brillante : c'est ce qu'on appelle coke fritté.

Quelquefois, on trouve au milieu de la houille commune avec laquelle elle se lie intimement, une variété appelée *houille daloïde*, et qui a le caractère du charbon de bois. Elle se présente, dit M. d'Omalius d'Halloy, en parties solides, qui font entendre absolument le même cri que le charbon de bois, lorsqu'on veut le rayer dans un sens contraire à la direction des fibres. D'autres fois cette matière forme des espèces d'enduits friables, qui recouvrent des couches de houille.

Une autre variété assez rare en France et en Belgique, est la *houille compacte;* elle est d'un noir un peu terne, quelquefois grisâtre ; sa cassure est tantôt unie et tantôt conchoïde, tantôt aussi d'un éclat résineux ; elle brûle en répandant peu de fumée, et quelquefois en exhalant une odeur assez agréable ; enfin elle se rapproche un peu par son aspect de la houille sèche, et se laisse tailler et polir comme le jayet : aussi en fait-on des objets d'ornement. C'est cette variété, qui se trouve principalement en Angleterre, surtout dans le comté de Lancastre, et que les Anglais nomment *Cannel-Coal* ou *Canal-Coal*, dénomination qui semblerait signifier *charbon de canal,* comme si cette variété avait été dans l'origine, principalement transportée par les canaux ; mais suivant M. A. Burat, elle signifie *houille candelaire*, parce qu'elle est exclusivement employée à la fabrication du gaz hydrogène bi-carboné ou gaz d'éclairage [1].

La houille offre encore d'autres variétés, mais qui forment des amas moins considérables que celles que nous

[1] M. *A. Burat*, dans le Traité de Géognosie de M. d'Aubuisson de Voisins, tom. II, p. 277. — Le nom de *Cannel-Coal* serait donc une corruption de celui de *Candle-Coal*?



venons de décrire : telle est la *houille réniforme*, ainsi nommée parce qu'elle se trouve en rognons plus ou moins volumineux au milieu des argiles schisteuses ; la *houille lamelleuse* (*blœtter kohle* des Allemands) qui se présente en bancs minces ; la *houille schisteuse* (*Schiefferkohle*) divisible en plaques dans un sens et à cassure inégale dans l'autre ; la *houille granulaire* (*groob cohle*), comme composée de fragments réunis ; et la *houille terreuse* ou *fuligineuse* (*russ kohle*) matière pulvérulente, d'un gris noirâtre et fortement tachante.

La houille est souvent polyédrique, c'est à dire qu'elle se divise par le choc en fragments rhomboédriques, qui proviennent du retrait qu'a dû éprouver ce combustible.

On trouve quelquefois au milieu de la houille grasse et de la houille commune, des feuillets ou de petits lits d'anthracite qui se distinguent de la masse principale par leur texture tantôt compacte et tantôt granulaire, et surtout parce qu'ils ne brûlent pas, lorsqu'ils sont exposés au feu.

Les sulfores de fer appelés sperkise et marcassite, se trouvent aussi quelquefois dans la houille, soit en rognons épars, soit en dendrites répandues à la surface de ce combustible, ou disséminés en petites veines dans son intérieur. La présence de ce minéral nuit à la qualité de la houille et la rend impropre à certains usages.

Le bassin houiller de Saint-Etienne, en France, offre un des meilleurs exemples de l'étage supérieur de la formation houillère, en ce que les couches n'y ont point été contournées ni disloquées : et en effet les coteaux qui le circonscrivent présentent une stratification à peu près horizontale. La coupe de cette formation y présente les roches suivantes, d'après la description qu'en a faite l'ingénieur Beaunier.

1° Schiste peu micacé passant à un schiste homogène très-serré, renfermant des végétaux ;

2° Argile schisteuse, micacée, d'un tissu lâche, et dans laquelle on distingue des grains de quarz ;

3° Grès micacé schistoïde à grains à peine distincts souvent chargé de carbone, et contenant des végétaux ;

4° Grès fin micacé en couches minces, chargé de carbone.

5° Grès à grains moyens, d'une grosseur uniforme, siliceux et micacé, formant des assises puissantes que l'on exploite pour la bâtisse. On lui donne dans le pays le nom de *Mollasse* ;

6° Grès à gros grains, où l'on distingue les éléments des roches granitiques ;

7° Poudingues composés de fragments de schiste talqueux et de micaschiste liés par une pâte argileuse;

8° Conglomérats composés de débris souvent anguleux des mêmes roches, qui ont quelquefois plusieurs mètres cubes, et à peine liés les uns aux autres.

Les couches de houille se présentent principalement dans le grès siliceux; jamais il n'y en a dans les poudingues ni dans les conglomérats.

La houille est rarement en contact avec le grès; elle en est toujours séparée par des couches plus ou moins épaisses de schiste. Les couches de grès voisines de celles de houille se chargent de carbone : cette substance s'y trouve soit disséminée, soit en petites veines.

Les schistes et les grès sont plus ou moins riches en végétaux; mais les tiges de ceux-ci se trouvent ordinairement dans les grès, tandis que leurs feuilles ont laissé leurs empreintes dans les schistes. Presque toujours ces végétaux sont couchés dans le sens de la stratification.

Il arrive cependant assez fréquemment que quelques plantes se sont conservées dans une position verticale. La mine du Treuil, près de Saint-Etienne, offre un exemple de cette disposition, qui était surtout très-visible en 1821, époque à laquelle M. Al. Brongniart en donna la description [1].

Voici la coupe que présente cette localité, qui est du petit nombre de celles où la houille est exploitée à ciel ouvert. (*Pl.* 22, *fig.* 16.)

1° Grès micacé en couches irrégulières, qui se régularisent, et deviennent très-nombreuses à la partie inférieure. Son épaisseur est de 3 à 4 mètres.

C'est dans la partie supérieure et qui est celle dont les couches sont les plus épaisses, que se trouvent en grand nombre, des tiges de végétaux monocotylédons pétrifiés, qui paraissent être en place.

Plusieurs de ces tiges ont été brisées, d'autres ne sont plus dans leur position verticale, parce, que postérieurement à leur dépôt, les couches du terrain ont été dérangées par le mouvement de glissement qu'elles paraissent avoir éprouvé :

2° Couches de houille épaisses de 1 mètre 50 centimètres;

3° Schiste pailletté, charbonneux en couches minces;

4° Même roche renfermant quatre lits de minerai de fer carbonaté, lithoïde et compacte, en nodules aplatis, isolés ou en plaques renflées vers le milieu, couvertes et pénétrées de débris de végétaux;

5° Couche de houille épaisse de 50 centimètres;

6° Schiste pailletté charbonneux.

---

[1] Ann. des mines, 1821.

Il est à remarquer que depuis 1821, époque à laquelle ont été signalés les grands végétaux placés verticalement dans la mine du Treuil, l'aspect de cette localité a beaucoup changé, par suite de la marche des travaux. On y aperçoit bien encore quelques tiges placées verticalement; mais il s'en trouve beaucoup dans une position plus ou moins inclinée et la plupart sont tout à fait horizontales. Il n'y a donc aucune raison de croire que ces plantes fossiles se trouvent encore à la place où elles ont végété.

Cet exemple de la position verticale des végétaux dans le grès houiller n'est pas le seul que l'on puisse citer en France; hors de ce pays, on en connaît aussi plusieurs : ainsi, aux environs de la petite ville d'Hainchen, M. d'Aubuisson a observé dans une carrière de grès houiller quatre ou cinq troncs d'arbres dans une position verticale. Leur diamètre est de plusieurs décimètres, leur hauteur de 1m,60 à 2 mètres, non compris ce qui est caché par le grès, qui les a enveloppés. En plusieurs points, dit M. d'Aubuisson, on ne voit plus que la cavité qui était occupée par le tronc; dans d'autres le tronc existe encore; sa convexité est saillante, et il ne reste plus du végétal que l'écorce qui est convertie en une couche de houille ou de bitume, et qui a conservé ses nœuds [1].

En Angleterre, M. Wood a observé dans la houillère de Killingworth, aux environs de Newcastle, des tiges de végétaux d'autant plus remarquables qu'elles traversent plusieurs couches de grès et d'argile schisteuse, et que souvent les racines d'une tige sont entrelacées avec celles des tiges voisines : ce qui annonce bien, comme l'ont fait remarquer M. Wood et M. de la Bèche, qu'elle sont encore dans la position où elles ont végété [2].

Près de Blanchford, dans le comté de Durham, M. Witham a remarqué aussi des végétaux dans la même position. Il a décrit principalement deux troncs de *sigillaria*, avec leurs racines, enchâssés dans un schiste bitumineux : ils avaient 5 pieds de hauteur et 2 de diamètre. Aux environs de Newcastle, il a signalé un fait très-curieux : dans un grès situé au-dessous de la principale couche de houille, dite *higt main coal*, un grand nombre de végétaux verticaux, surtout des *sigillaria* avaient leurs racines enfoncées dans

[1] D'Aubuisson de Voisins : Traité de Géologie.

[2] Wood : Trans. nat. hist. soc. of Northumb. and. Durham, vol. I.

une veine mince de houille située au-dessous du grès, tandis qu'ils étaient tous tronqués à la hauteur de la couche principale, à la formation de laquelle leur partie supérieur avait probablement en grande partie contribué.

A Épinac, dans le département de Saône-et-Loire, la formation houillère, qui ne paraît comprendre que l'étage supérieur, se compose du haut en bas, d'abord de grès et de poudingues alternant ensemble, puis de grès et de schistes, reposant sur un grès verdâtre. Trois couches de houille, dont l'inférieure a plus de deux mètres d'épaisseur, sont successivement traversées par des puits d'exploitation. Deux de ces couches paraissent se réunir en une seule, après avoir été séparées par une masse de grès. Les poudingues qui alternent avec les grès sont composés de galets de différentes roches parmi lesquelles se trouvent des eurites. L'inclinaison des couches varie entre 35° et 45° vers l'ouest; elles s'appuient sur les flancs de la montagne qui forme l'un des bords du bassin houiller. Le sommet de cette montagne est couronné par des argiles que recouvrent des arkoses.

La coupe verticale du puits *Le Curier*, placé vers le centre de l'exploitation, présente, suivant M. Bodson, ingénieur, chargé de la direction des travaux d'exploitation, les détails ci-après :

Détail de la coupe du puits Le Curier.

	mèt.	cent.
Terre végétale	5	»
Grès	69	»
Poudingue	2	»
Grès	11	70
Poudingue	11	»
Grès	6	30
Poudingue	1	40
Première couche de houille mélangée de schiste	1	30
Grès	13	»
Schiste	»	32
Deuxième couche de houille	2	»
Schiste	1	33
Grès	21	»
Schiste	»	50
Troisième couche de houille	2	33
Grès verdâtre	26	42
Total...	174	60

Le département de Saône-et-Loire présente d'autres loca-

[1] Witham : Observations on fossil vegetables, 1831, p. 7.

lités qu'il n'est pas inutile de citer pour donner un aperçu des variations que présente la formation houillère examinée avec quelque détail. Dans le bassin du Creuzot, vers son extrémité occidentale, cette formation est représentée d'abord par des grès, des poudingues et quelques schistes, qui recouvrent le grès houiller. Cette roche est généralement à gros grains : les poudingues sont composés de galets de quarz, d'eurite et de trapp. L'inclinaison des couches varie çà et là, et quelquefois d'une manière remarquable. En approchant de l'église du Creuzot le schiste houiller présente des ondulations et des contournemens très-variés. Il se montre riche en empreintes de calamites et de fougères, et contient beaucoup de fer carbonaté (sidérose) offrant les mêmes empreintes. Dans une exploitation à ciel ouvert, dite *le Découvert-près-l'Eglise* (*Pl.* 23, *fig.* 6), on voit la houille en masse s'élever en se rétrécissant, jusqu'à la surface du sol, à une hauteur de 15 à 20 mètres. A gauche se trouvent des bancs de grès houiller sensiblement arqués. A droite les couches de schiste se replient plusieurs fois sur elles-mêmes, et la houille s'y introduit en petites veines. Le combustible et le grès sont enclavés dans une masse de schiste très-inclinée et plongeant vers l'axe du bassin.

En général les couches de la formation houillère du Creuzot sont relevées vers l'ouest, et s'appuient conséquemment sur les flancs des montagnes d'eurite et de trapp qui forment de ce côté les limites du bassin. Ce sont les fragmens roulés de ces roches qui ont formé le conglomérat que l'on remarque en allant de Mont-Cenis au Creuzot. Les membres de la Société géologique de France, qui ont visité le département de Saône-et-Loire en 1836, ont remarqué sur les flancs et le sommet des collines le trapp et l'eurite s'enchevêtrant ensemble et avec le conglomérat, tandis que vers la base le trapp se montre presque seul.

Aux environs d'Autun, à Muse, à Surmoulin et particulièrement à Chambois, nous avons reconnu, ainsi que nos collègues de la Société géologique de France, que les schistes bitumineux qui contiennent des poissons (*Palæothrissum inæquilobum* et *P. parvum*), ainsi que des coprolithes et des végétaux, alternent avec le grès houiller et supportent la houille : ce qui prouve complétement que ces schistes sont ceux de la formation houillère et non les analogues des schistes cuivreux et bitumineux de la formation magnésifère de la Thuringe. La coupe que nous avons prise à Chambois, près de l'entrée de la galerie d'exploitation, suffirait, selon

nous, pour prouver ce fait important. (*Pl.* 23, *fig.* 7.) On y voit sous plusieurs couches de psammite, le schiste bitumineux à poissons reposer sur le grès houiller à galets euritiques, puis le schiste reparaître plus bas et reposer à l'entrée de la galerie sur une couche de houille d'un mètre d'épaisseur, que nous avons reconnue reposer sur d'autres couches du même schiste. Cette houille paraît suivre comme le schiste et le grès qui la supportent les inflexions de la montagne.

Dans le département de la Manche, l'étage supérieur de la formation houillère se montre au Plessis, sur la route de Prétot à Perriers. Il se compose de grès houiller feldspathique d'un blanc grisâtre, noirci par une substance charbonneuse qui l'a pénétré en beaucoup d'endroits. Ce grès, dit M. de Caumont, alterne constamment avec une argile noire dont il renferme quelques noyaux. La plus grande épaisseur des bancs n'excède pas *deux* pieds *et demi;* ils sont légèrement inclinés, et l'on voit entre eux des veines de houille. Au-dessous de ces bancs s'en présentent d'autres plus durs et plus épais composés de schistes argileux noirs à empreintes de fougères, et des poudingues qui contiennent des débris de roches quarzeuses et de roches feldspathiques altérées. Ces bancs alternent avec une argile noire endurcie, schisteuse, et avec des couches de houille. Plus bas on trouve un porphyre d'un jaune brun, renfermant quelques veinules de calcaire spathique et de petites agates.

Suivant M. Rozet la formation houillère ne se présente à l'extrémité méridionale des Vosges que par lambeaux, reposant tantôt sur les phyllades, et tantôt remplissant des anfractuosités du gneiss ou du granite, auxquels le grès houiller se lie quelquefois par des arkoses. « Ces lambeaux, ajoute-t-il, forment autant de petits bassins, dont les uns sont déja épuisés par les exploitations, les autres sur le point de l'être, et d'autres enfin dans lesquels on n'est point encore parvenu à découvrir les couches exploitables.

Nous avons cité la mine du Treuil, près Saint-Etienne, non-seulement à cause des grands végétaux que l'on y trouve dans une position verticale, mais encore parce qu'elle est du petit nombre de celles que l'on exploite à ciel ouvert, parce que la houille y est à une petite profondeur et en couches horizontales. Parmi les autres mines de la France centrale, il en est deux qui, offrant les mêmes avantages, sont remarquables par l'épaisseur que présente la houille. Elles sont situées dans le département de l'Allier.

Dans celle de Commentry, la houille formant une couche de 48 pieds de puissance, se trouve sous des grès et des schistes houillers dont l'épaisseur totale n'est que de 36 pieds : ce qui permet d'exploiter le combustible sans le secours de galeries, d'étais, etc. Ce combustible est d'une excellente qualité. On trouve quelques poissons d'eau douce au milieu des schistes marneux de cette localité. La mine de Bezenet n'est recouverte que d'environ 12 pieds de terre et de schistes houillers, mais la couche de houille n'a pas moins de 126 pieds d'épaisseur : c'est la plus épaisse qui soit encore connue.

ÉTAGE INFÉRIEUR.

C'est dans les Ardennes et surtout dans les Iles-Britaniques, que l'on voit au-dessous des conglomérats paraître les couches de l'étage inférieur. Elles se composent principalement de schistes, d'argiles schisteuses (*shale*), d'ampélite alunifère, d'arkose, d'un grès grossier qui fournit des meules à toute l'Angleterre, et qui, pour cette raison, a reçu le nom de *millstone-grit*, et de calcaire (*scar limestone*), subordonnés à ces couches.

L'épaisseur totale de cet étage est d'environ 200 à 300 mètres. Quelquefois le *millstone-grit* sert de base à cet étage, comme dans les comtés de Durham et de Northumberland ; d'autres fois et même le plus souvent les schistes dominent vers le bas et les arkoses vers le haut. Les schistes offrent des empreintes végétales semblables à celles de l'étage supérieur. Les calcaires et les roches arénacées contiennent fréquemmeut des coquilles.

Les lits de houille de cet étage sont minces, peu nombreux et fournissent le plus ordinairement une houille d'assez mauvaise qualité. L'argile schisteuse y est quelquefois assez alunifère pour être employée à la fabrication de l'alun, de même que l'ampélite : telles sont les argiles des environs de Liége, et celles que nous avons vues près des bords de la Sarre. En Angleterre elles ont souvent les qualités nécessaires pour pouvoir être employées dans la construction des hauts-fourneaux et pour la fabrication des creusets : les Anglais donnent à ces argiles réfractaires le nom de *fire clay*. Le calcaire y est souvent bitumineux ; le fer carbonaté en nodules ou la sidérose y forment quelquefois des bancs ; on y rencontre accidentellement des filons métalliques.

L'étage inférieur qui comprend le *millstone-grit*, renferme aux environs de Gamrie, dans le Banffshire, des poissons fossiles.

D'après la description qu'en donne M. Dufrénoy, nous pensons que le bassin houiller du Lot, qui entoure la ville d'Aubin, dans le département de l'Aveyron, pourrait bien appartenir à l'étage inférieur de la formation houillère. « Dans ce bassin, dit-il, le grès est plus abondant que les roches schisteuses; il est composé de fragmens de granite de grosseur variable; quelquefois, comme dans la descente de Monbazen à Aubin, ces fragmens ont plusieurs pieds de diamètre. Le ciment étant alors peu visible, on pourrait confondre ce grès avec le granite, si quelques traces de mauvaise houille ne décélaient la nature du terrain sur lequel on marche. Le grès alterne avec des couches rares de schiste argileux, dans lequel on a remarqué très-peu d'impressions végétales. Il existe de la houille dans presque toute l'étendue du bassin : elle se montre au jour dans de nombreux affleuremens. »

Celle que l'on exploite dans la concession de Firmy, se dirige du nord-ouest au sud-est, et plonge de 18 degrés vers le nord-est. On ne connaît pas la puissance de cette couche qui n'a point encore été fouillée entièrement; mais on estime qu'elle est au moins de 13 mètres. Elle est traversée par des veines peu régulières et peu continues d'argile schisteuse.

La couche de la Salle, dit M. Dufrénoy, paraît être encore plus puissante. Sa direction est la même que celle de la précédente; mais elle incline de 25 à 30 degrés vers le nord-est. La disposition des galeries n'est pas aussi favorable qu'à Firmy pour juger de l'épaisseur de la couche de houille; mais un puits vertical de 24 mètres de profondeur est entièrement dans la houille et ne l'a pas traversée. M. Cordier a estimé sa puissance à 103 mètres.

Cette énorme puissance comparable à celle de certaines couches des environs de Mons, a fait présumer à quelques géologistes que le combustible de la Salle constituait des amas et non des couches. Quoique cette question soit difficile à résoudre, M. Dufrénoy pense que la houille forme ici des couches, à en juger par la longueur sur laquelle se montre le même gîte de combustible : ainsi l'on voit la houille affleurer à la fois à l'ouest du château de la Salle, et à un quart de lieue de là à Bouran et à Fontaine. De plus, dit-il, la couche de houille de la Salle est divisée par des veinules de schiste

plus ou moins épaisses, et les rognons de sidérose qui y sont abondans paraissent constituer une couche dont la direction est parallèle à ces veinules.

A la Magdelène, sur les bords du Lot, ajoute M. Dufrénoy, le grès houiller sort de dessous le calcaire qui forme toutes les hauteurs, et descend même jusque sur le rivage. Il recouvre le terrain ancien, représenté ici par un schiste très-quarzeux. Ce grès houiller offre tous les caractères de l'arkose commune. Il est composé de galets de quarz, de feldspath et de mica. « Le feldspath est souvent blanc, un peu terreux; les galets de quarz ont un aspect tout particulier; leur surface est miroitante et comme moirée : on voit évidemment qu'elle a été altérée par une action chimique quelconque, peut-être celle du ciment qui est siliceux. Les galets de quarz qui composent le *millstone-grit* des Anglais présentent souvent cet aspect particulier : ce caractère qui n'a pas encore été indiqué, me paraît un des plus propres à distinguer les grès qui ont été formés dans ces circonstances. » Ce grès renferme de la barytine en petits faisceaux cristallisés, des pyrites nombreuses qui en se décomposant produisent de petits points jaunes épars à la surface du grès; on y trouve aussi, mais plus rarement, de la fluorine et des grenailles de galène. Quelques couches de ce grès sont exploitées pour en faire des meules [1].

FORMATION HOUILLÈRE.

En Belgique.

La composition de la formation houillère est à peu près la même en Belgique que dans les localités que nous venons de citer : elle n'en diffère qu'en ce qu'elle présente d'une manière plus visible les deux étages de la formation, dont l'inférieur est caractérisé par la présence ou plutôt par l'abondance de l'argile schisteuse alunifère et de l'ampélite également alunifère. Les grès et les psamnites y sont grisâtres, bleuâtres et quelquefois rougeâtres; tantôt leur structure est schistoïde et d'autres fois elle est massive : il y a même passage de ces roches au quarz compacte. Les schistes sont grisâtres, verdâtres et noirs; dans l'étage inférieur ils passent fréquemment à l'ampélite alumineux et même au

[1] Considérations générales sur le plateau central de la France, et particulièrement sur les terrains secondaires, qui recouvrent les pentes méridionales du massif primitif qui le compose : par M. Dufrénoy, ingénieur des mines.

jaspe schisteux ou phtanite : les couches de houilles alternent avec ces différentes roches.

Dans le pays de Mons et dans celui de Liége, il existe plusieurs failles qui coupent la formation houillère; mais ce qui la distingue surtout c'est la dislocation des couches, qui, pliées et repliées sur elles-mêmes, se sont disposées en zig-zag. Nous avons déjà parlé de cette disposition en traitant de la stratification; elle est telle que dans certaines localités un puits vertical peut traverser plusieurs fois une même couche de houille, et que les couches les plus récentes peuvent se trouver au-dessous des plus anciennes. Ces couches sont pliées et non brisées; les angles qu'elles forment sont arrondis et non aigus. Les plis ne se font pas toujours remarquer sur une grande longueur : souvent ils ne dépassent pas celle de quelques décimètres. Aussi n'a-t-on pu jusqu'ici expliquer cette disposition qu'en l'attribuant à des soulèvemens et à des affaissemens postérieurs aux dépôts des couches.

Les couches repliées de Mons présentent trois variétés de houille, qui portent dans le pays les noms suivans :

1° Le *charbon de fine forge*, fragile, mat, collant et propre à la maréchallerie;
2° *Le charbon dur*, compacte, fragile, à cassure brillante, et se divisant en fragmens rhomboïdaux; il fournit une bonne qualité de coke;
3° Le *charbon flenu*, brillant, strié sur ses faces, brûlant avec une flamme claire et constituant un bon combustible pour les usages domestiques;
4° Le *charbon sec*, schisteux, non collant et non bitumineux. C'est la plus mauvaise qualité.

A Anzin, le bassin houiller recouvert de terrains supercrétacés et crétacés, présente, quant aux couches de houille, de grès et de schiste, la même disposition en zig-zag qu'aux environs de Mons. Les puits ont 300 à 400 mètres de profondeur verticale : avant d'arriver à la formation houillère ils traversent les dépôts suivans :

1° Sables et silex appartenant au terrain supercrétacé ;
2° Calcaire marneux, friable, de la formation crayeuse supérieure;
3° Marne bleue, craie glauconieuse et argile pyriteuse ;
4° Poudingue à ciment argilo-calcaire, galets siliceux appartenant au grès vert;
5° Formation houillère composée d'un nombre infini de couches de grès, de schiste et de houille, emboîtées les unes dans les autres. (*Pl.* 6, *fig.* 8.)



L'intervalle qui sépare les couches exploitables ou qui ont au moins 0,30 d'épaisseur, varie entre 15 mètres et 50. Du reste, on y trouve les mêmes variétés qu'à Mons. Mais ce qui distingue les couches d'Anzin de celles de Mons, c'est qu'elles sont le plus souvent brisées au lieu d'être pliées.

La formation houillère de la province de Liége est la plus importante de la Belgique par la puissance qu'elle présente : nous avons déjà dit qu'on y connaît 85 couches de combustibles ; mais elles sont d'une épaisseur peu considérable. Quelques-unes des houillères sont en exploitation depuis plus de 300 ans. Ce qui les distingue encore des autres houillères de la Belgique, ce sont les difficultés que l'on doit y vaincre pour l'exploitation.

Cette formation présente à sa partie inférieure l'ampélite alumineux, et se trouve, d'après MM. Oeynhausen et Dechen, sur le calcaire de transition, c'est-à-dire sur le calcaire de la *formation carbonifère*, qui repose lui-même sur les schistes et le grès du *terrain-schisteux*. Les couches qui la composent, portent par leurs nombreuses dislocations des traces d'une grand bouleversement. (*Pl.* 23, *fig.* 16.)

FORMATION HOUILLÈRE.

En Angleterre.

Dans cette partie de la Grande-Bretagne, les grès à grains plus ou moins fins, sont souvent massifs et quelquefois tellement schisteux et fissiles, qu'ils se divisent en plaques minces que l'on exploite comme des schistes ardoisiers. On y remarque des grès grossiers, pénétrés de matière charbonneuse, et renfermant un grand nombre d'impressions végétales. Les Anglais donnent à ces grès grossiers le nom de *pennant-grit*. On peut dire qu'en général le grès est la roche dominante dans la formation houillère de la Grande-Bretagne ; cependant les schistes dominent dans certaines localités. Les couches de houille sont très-nombreuses, mais généralement peu puissantes. Elles présentent les trois variétés appelées *houille grasse*, *houille commune* et *houille sèche* ; c'est principalement dans le comté de Lancastre, et surtout aux environs de Wigan que l'on trouve la variété de houille appelée *cannel-coal*. Le fer carbonaté (sidérose) ne se présente pas partout en Angleterre : il caractérise surtout le sud du pays de Galles et le bassin de Dudley.

Le bassin houiller de Newcastle, dans le comté de Northumberland, est un des plus riches de l'Angleterre ; nous

avons dit qu'il contient environ 40 couches de combustible ; les plus puissantes ont $0^m,90$, $1^m,20$, $1^m,80$, 1^m85 d'épaisseur. Un grand nombre qui n'ont guère qu'un décimètre ne sont pas exploitées. On a calculé que l'ensemble de toutes ces couches forme plus de 13 mètres d'épaisseur, dont 4 mètres environ ne sont pas exploités.

De tous les bassins du centre de l'Angleterre, celui de Dudley, dans le comté de Worcester, est le plus considérable et le plus riche en combustible : la masse de celui-ci forme une épaisseur de $23^m,20$ divisés en *onze* couches dont la plus épaisse est de $9^m,40$. Le fer carbonaté abonde dans ce bassin qui paraît appartenir en grande partie, et peut-être en totalité à l'étage inférieur de la formation houillère.

Voici la coupe détaillée de ce bassin d'après MM. Elie de Beaumont et Dufrénoy :

	mèt.	cent.
1° Terre végétale et argile rouge, exploitées pour les briqueteries.	1	»
2°, 3° et 4° Argile schisteuse.	3	60
5° Grès.	1	50
6°, 7°, 8°, 9° et 10° Argile schisteuse avec quelques rognons de fer carbonaté.	16	90
11° Grès houiller.	1	»
12°, 13° et 14° Argile schisteuse.	9	50
15° Grès houiller.	0	30
16° Argile charbonneuse.	0	06
17° Grès.	2	40
18°, 19° et 20° Argile schisteuse.	6	»
21° Houille (1re couche).	0	30
22° et 23° Argile schisteuse à pâte très-fine (*fire clay*), exploitée pour brique réfractaire.	4	80
24°, 25°, 26° et 27° Grès.	2	»
28° Argile schisteuse.	0	30
29° Houille (2e couche, *broache-coal*).	0	90
30° Argile schisteuse.	2	»
31° Houille (3e couche).	0	30
32° Argile schisteuse, avec minerai de fer exploité.	2	»
33° Argile schisteuse.	8	»
34° Argile schisteuse, avec minerai de fer.	0	60
35° Grès.	5	»
36° Argile schisteuse, avec minerai de fer exploité.	4	»
37°, 38°, 39°, 40° et 41° Grès houiller.	8	»
42° Houille (4e couche, *chance-coal*).	0	20
43°, 44°, 45° et 46° Argile schisteuse.	5	»
47° Houille (5e couche, *chance-coal*).	0	20
48° et 49° Argile schisteuse et bitumineuse.	1	»
50° Houille (6e couche, *main-coal*).	9	40
A reporter.	96	26

	mèt.	cent.
Report. . .	96	26
51° Argile schisteuse avec minerai de fer.	6	30
52° Houille (7e couche, *heathing-coal*).	1	80
53° et 54° Argile schisteuse.	10	»
55° Houille (8e couche, bonne qualité).	3	»
56° Grès grossier.	1	80
57° Houille (9e couche, bonne qualité).	2	»
58° Argile schisteuse.	1	85
59° Houille (10e couche).	4	50
60° Argile schisteuse.	36	»
61° Houille (11e couche).	0	60
62° Argile schisteuse.	63	»
63° Calcaire.	9	»
64° Argile schisteuse.	27	»
Total. . . .	263	06

Les cinq premières couches de houille ne présentent point assez d'avantage pour être exploitées.

La sixième couche ou la principale appelée *main-coal* et qui est divisée en plusieurs parties de diverses qualités par des lits d'argile schisteuse est la seule que l'on exploite à Dudley; les cinq autres couches inférieures sont exploitées au nord de Bilston.

Dans le bassin du sud du pays de Galles, il y a seize couches d'argile schisteuse contenant du minerai de fer, dont la richesse moyenne est de 33 pour 100. Ce bassin occupe une cavité du calcaire carbonifère qui entoure la formation houillère d'une manière presque continue; il est accidenté de l'est à l'ouest et renferme *douze* couches de houille dont l'épaisseur varie de 1 à 3 mètres, *onze* où elle est de 0,50 à 1 mètre et d'autres trop minces pour être exploitables. Il est à remarquer que la houille de la partie du nord-est est bitumineuse, et que, dans le nord-ouest, elle est au contraire très-sèche.

Le comté de Salop possède trois bassins houillers désignés d'après les principaux lieux où on l'exploite, sous les noms de *Coal-Brookdale*, de *Shrewsbury* et de *Clée-Hills*. Le premier repose dans quelques localités sur le calcaire carbonifère, appelé par les Anglais, *mountain limestone;* ailleurs il recouvre différens membres du terrain schisteux, tantôt en stratification concordante, et tantôt en stratification transgressive: ce qui tient aux dislocations produites dans ce petit bassin par la sortie des basaltes et des diorites.

Le plus important des dépôts houillers de *Shrewsbury* repose, selon M. Murchison, sur la tranche des couches de

la *grauwacke* ou des grès du terrain schisteux, et s'enfonce de toutes parts vers un centre commun, au-dessous du grès bigarré (*new redsandstone*). M. Murchison à signalé dans ce bassin un fait remarquable : c'est la présence, au milieu de petits lits de houille, d'une couche de calcaire lacustre contenant de petites coquilles qu'on ne peut rapporter qu'à des genres d'eau douce.

Dans le bassin de *Clée-Hills*, les couches houillères sont presque partout recouvertes par le basalte ; elles reposent, dans quelques localités, sur un grès dur qui est l'équivalent du *millstone grit*; mais plus généralement elles s'appuient sur le vieux grès rouge ou sur un calcaire peu épais, qui paraît être le *mountain-limestone*.

FORMATION HOUILLÈRE.

En Russie.

Nous avons déjà parlé du bassin du Donetz, affluent du Don, à propos du grès bigarré : nous le citerons encore pour la formation houillère. Ce bassin houiller est connu en Russie depuis fort long-temps, puisque l'on cite, relativement à sa découverte, le mot de Pierre le Grand : « Cette houille ne nous sera pas utile, mais elle le sera à nos descendans. »

Les schistes argileux de cette formation présentent quelquefois des impressions de plantes. Le grès renferme des restes de fougères et de végétaux qui appartiennent à la classe des Fucoïdes. Il abonde aussi en bois pétrifié. Des coquilles du genre *Productus* se rencontrent dans les couches schisteuses subordonnées au grès houiller. La houille est toujours intercalée entre des couches de schiste argileux, qui renferme, suivant M. d'Oliviery, des restes de plantes et de coquilles d'eau douce, partout où cette roche est en contact avec la mollasse qu'on y rencontre aussi. Dans la chaîne de Lougane, le grès houiller forme des montagnes assez régulières et peu élevées. Il n'est pas fort riche en combustible, mais il renferme beaucoup de fer. Le grès houiller, accompagné de houille en dépôts plutôt étendus que puissans, est la roche dominante de cette chaîne ainsi que de celle du Biela et de celle du Bakmouth.

Dans la branche du Kameska, la formation houillère cède souvent la place à des schistes argileux plus anciens, cependant la houille s'y montre en bancs, et le minerai de

fer, probablement à l'état de carbonate, ne s'y présente que sous la forme de rognons.

Suivant M. Kovalevski, la houille qui se trouve entre les couches de grès houiller du bassin du Donets est généralement grasse et bitumineuse; elle s'enflamme promptement et s'agglutine en brûlant; enfin elle donne un coke de bonne qualité et propre à tous les usages.

Dans la partie inférieure de la formation houillère, le combustible est ordinairement maigre; il contient beaucoup de carbone, mais peu de parties bitumineuses, et brûle difficilement, ce qui le rend peu propre aux usages auxquels la houille est employée. Dans quelques endroits, comme à Karchina, à Nagolnaïa et à Bobrikova, le combustible a un éclat presque métallique et passe à l'anthracite. Cette partie de la formation nous paraît correspondre à notre formation carbonifère.

La houille du bassin du Donetz forme des couches de 6 pouces à 7 pieds d'épaisseur. Ces couches varient d'inclinaison entre 55 et 65 degrés, et quelquefois elles sont verticales : dans ce dernier cas, plus on descend profondément et plus elles sont riches.

Les schistes argileux, dit encore M. Kovalevski, sont toujours accompagnés de bancs houillers. Plus les couches argileuses approchent de la houille, plus elles prennent une teinte foncée, et elles renferment alors des impressions de plantes, ce qui est le meilleur indice pour la recherche du combustible.

Quoique les montagnes qui bordent le Donetz aient été peu exploitées, on y avait cependant fait en 1828, pour la recherche de la houille, environ 23 fouilles qui se trouvent principalement dans les districts de Bakmouth et de Slavianoserbskoï, du gouvernement d'Iekaterinoslaf, et en partie dans la contrée du Mious, dans le district militaire des cosaques du Don.

Les exploitations de combustible faites vers les limites occidentales de la formation près de la ville de Bakmouth, démontrent journellement aux Russes l'importance des houillères, car on en a retiré des quantités considérables, qui, employées dans les usines de fer à Lougane, ont prouvé les avantages que l'on peut tirer de l'exploitation simultanée du fer et de la houille dans les mêmes localités et la bonté des produits de la fonte traitée à la houille [1].

[1] Description géologique de la chaîne du Donets et de ses for-

FORMATION HOUILLÈRE.

En Asie et dans l'Océanie.

Tout ce que nous venons de dire des caractères de la formation houillère de la France, de la Belgique, de la Grande-Bretagne et de la Russie, nous pourrions le répéter, à quelques différences près, pour la même formation, non-seulement dans tout le reste de l'Europe, mais encore dans les contrées les plus éloignées : c'est ainsi qu'on a reconnu récemment en Syrie la formation houillère ; découverte d'autant plus importante qu'elle faciliterait beaucoup le projet de communication entre la Méditerranée et l'Euphrate.

Dans l'Inde, sur les bords de la Dummoodah, rivière qui traverse le Bengale, la formation houillère s'étend aux environs de Rogonatpour et recouvre le granite. A une quinzaine de lieues de cette ville, se trouve la première exploitation ouverte en 1815 à Rany-Gunge. On suit cette formation pendant plus de 20 lieues vers le sud-ouest jusqu'auprès de Bancorah; elle occupe une largeur de 4 à 5 lieues depuis la rivière. M. Caldes pense que le bassin houiller traverse la vallée du Gange, à Cotva, au confluent de l'Adji et du Cossimbazar, et s'unit à celui de Sylhet et de Cachar. Dans ces contrées la formation houillère n'offre rien de particulier : un psamnite d'un gris-jaune forme la couche supérieure immédiatement sous la terre végétale; le grès houiller, les schistes et les argiles schisteuses contenant des filons de trapp le suivent. Ces argiles et ces schistes sont riches en impressions végétales et en débris d'animaux. On y a découvert sept couches de houille sur une profondeur de 88 pieds anglais.

Dans l'Australie, la Nouvelle-Hollande et la terre de Van-Diemen, présentent aussi la formation houillère avec les mêmes caractères qu'en Europe.

FORMATION HOUILLÈRE.

En Amérique.

Dans l'Amérique septentrionale, la houille alterne, comme en Europe, avec des grès et des argiles schisteuses,

mations houillères, non loin de la mer d'Azof; par M. le major d'Oliviery.—Aperçu géognostique sur les dépôts le long des bords du Donetz, etc. ; par M. Kovalevski.

ou bien avec des schistes argileux remplis aussi de végétaux fossiles. Mais ces roches ainsi que le combustible ont une puissance plus considérable qu'en Europe : les grès varient entre 5 et 100 pieds, la houille entre 12 à 40.

Dans la Pennsylvanie on retrouve outre les grès et les schistes de l'Europe, des poudingues composés de fragmens de quarz arrondis réunis par un ciment siliceux.

La même contrée présente dans la vallée de Balde-Eagle, au-dessus du *mountain-limestone* une masse de grès épaisse de 1300 pieds, contenant des *productus*, des spirifères et quelques coquilles du genre Unio. Sur cette masse dont les couches inclinent vers l'ouest sud-ouest reposent des bancs houillers. Au-dessus se trouvent des couches d'agglomérats qui ont plus de 400 pieds d'épaisseur. C'est au bas de toutes ces couches, qui font partie des monts Alléghanys, que s'étend le grand bassin houiller qui occupe la vallée de Moshannon, et qui offre rarement des failles.

Dans le Connecticut on remarque des filons de trapp intercalés comme en Europe dans la formation houillère ; et les schistes bitumineux y renferment aussi des poissons fossiles.

Près des bords de la Kenacoha, en Virginie, s'étend une région composée de collines dont la hauteur varie de 350 à 550 pieds, et qui reposent, suivant M. Hildreth, sur des couches de grès, de schiste, de houille, etc. « La houille, dit-il, à été déposée en trois lits distincts, séparés par des strates de grès et de schistes de 150 à 200 pieds d'épaisseur. Les plantes fossiles qui se trouvent au-dessus de la houille diffèrent considérablement dans ces trois lits et prouvent que leur dépôt s'est opéré à deux époques très-distinctes.

» La couche supérieure du grès de 150 pieds de puissance est formée d'un sable grossier; elle se décompose facilement et laisse voir en se brisant, des arbres entiers minéralisés par des substances ferrugino-siliceuses. Ces arbres sont souvent très-parfaits et ont leurs racines enlités de manière à faire juger qu'ils ont dû être arrachés avec violence de leur premier lit [1]. »

Suivant M. de Humboldt, les dépôts de houille abondent dans le Nouveau-Mexique, au centre des plaines salifères du Moqui et de Nabajoa, et à l'est des montagnes

[1] Lettre adressée à la Société géologique de France, le 1er juin 1835, par M Hildreth.

Rocheuses, comme aussi vers les sources du Rio Sabina, dans cet immense bassin que parcourent le Missouri et l'Arkansas.

L'hémisphère austral offre aussi des houillères dans les hautes Cordillères de Huarocheri et de Canta. J'ai vu, dit M. de Humboldt, la houille intercalée au grès rouge s'élever dans le plateau de Santa-Fé-de-Bogota, à 1360 toises de hauteur au-dessus du niveau de l'Océan.

Si l'on sort du continent Américain pour parcourir les terres insulaires qui en dépendent et s'étendent vers les régions les plus septentrionales, nous trouverons que la formation houillère présente les mêmes caractères au Groenland qu'en Europe et dans les autres régions du globe; elle y est même traversée comme en Ecosse par des veines et des filons de diorites. Dans la partie du Groenland appelée *Terre Jameson*, cette formation paraît occuper une très-grande étendue. Les végétaux fossiles appartiennent aux mêmes espèces tropicales que dans les houillères des différentes contrées de l'Europe; ce fait, qui peut paraître singulier dans ces régions boréales, se représente dans les couches de la formation houillère de l'île Melville, où l'été ne dure que quelques semaines.

De l'inflammation spontanée de la houille.

On connaît plusieurs localités où la houille a été ou est encore dans un état d'ignition très-remarquable et dont l'origine et la cause sont ordinairement inconnues. La mine de Revaux, dans le bassin de Saint-Etienne, présente des traces d'une ignition semblable. Sous une couche de fer carbonaté, une couche de houille a été en grande partie changée en coke; toutes les couches voisines de celle-ci paraissent avoir éprouvé aussi une très-forte calcination: elles sont rouges et moins dures; le sulfure de fer y a éprouvé une sorte de sublimation par suite de laquelle il s'est formé du soufre natif, et des veines de sulfate de chaux à texture cristalline.

« Cette couche de houille, dit M. A. Burat, n'est pas la seule qui ait été en feu, et plusieurs brûlent encore actuellement. Vers leur contact, les schistes sont changés en une matière fragile, blanchâtre ou grisâtre, qui reproduit les propriétés d'une argile plus ou moins calcinée. La combustion est toujours très-lente: elle se manifeste par des fumerolles. Une de ces couches embrasées, près St-Etienne, donne lieu à des déga-

gements d'hydrochlorate d'ammoniaque. Le fait est curieux, parce que l'on conçoit très-bien la présence de l'ammoniaque, puisque les houilles en donnent généralement à la distillation; mais non pas celle de l'acide hydrochlorique. Il est probable que l'ammoniaque l'a emprunté à des hydrochlorates terreux, préexistants dans les roches qui se trouvaient sur son passage. »

Dans le département de Saône-et-Loire, la houillère de Montchanin que nous avons visitée en 1836, présente une masse de houille percée verticalement jusqu'à 80 mètres. L'exploitation se fait par trois étages, dont celui du milieu est en combustion sur une surface de 200 mètres de longueur sur plus de 80 de largeur. On ignore la cause de ce phénomène, mais pour arrêter la marche de l'incendie, on a circonscrit par des murailles souterraines l'espace sur lequel il s'est déclaré.

Nous avons eu occasion de visiter une localité bien connue, qui offre un exemple semblable d'ignition entre Sarrebruck et Duttveiller. On voit près de Sulzbach une colline dont les nombreuses crevasses donnent passage à de la fumée : elle est composée de schistes alumineux et de houille. L'espace cratiforme sur lequel se manifestent les indices de l'incendie doit probablement sa forme à des affaissements qui ne sont peut-être que le résultat de la combustion de la houille. Cette cavité a 20 à 30 pieds de profondeur sur 15 à 20 pieds de diamètre dans le fond. Il y a des couches dont la surface extérieure est tellement brûlante qu'il est impossible d'y tenir la main. Cependant cette colline n'est pas dépourvue de végétation ; mais celle-ci est languissante et rabougrie ; elle se compose généralement de bouleaux dont les feuilles jaunes annoncent leur état de souffrance. Une source ferrugineuse sort de la colline. Le bruit populaire répandu dans le pays est qu'il y a environ 150 ans, un berger qui traversait cette colline en fumant, laissa tomber de sa pipe une étincelle, qui s'introduisant par une crevasse jusqu'à la couche de la houille embrasa celle-ci. Mais cette tradition ne mérite aucune confiance, depuis que l'on a la preuve que plusieurs causes naturelles peuvent déterminer l'ignition de la houille.

Ainsi l'on sait que si une couche de ce combustible renferme de la sperkise ou du fer sulfuré blanc, ou bien que si elle est voisine d'un amas de ce minéral, il est à craindre que celui-ci ne s'embrase soit par le contact de l'air, soit par l'action de l'humidité qui en facilitent la décomposition. Des

houilles exploitées et accumulées près de l'orifice des puits peuvent s'embraser spontanément par le contact de l'air. Il en est de même de la houille amoncelée dans des magasins.

Nous avons été témoin d'un des effets terribles qui peuvent en résulter. Au commencement de novembre 1837, pendant que nous étions dans le port de Constantinople, *le Dante*, paquebot français qui allait retourner en France, fut tout à coup attaqué par un violent incendie qui se déclara spontanément dans le magasin au combustible, et qui endommagea considérablement le navire. La houille renfermée dans ce magasin provenait de Newcastle; elle était pénétrée de sperkise. Son inflammation spontanée aurait pu faire les plus grands ravages à bord du *Dante*, sans l'intrépidité du maître d'équipage Rey, qui, au mépris de ses jours, parvint à se rendre maître du foyer de l'incendie.

Nous pensons que c'est à la décomposition du sulfure de fer que les houillères de Revaux, de Montchanin et de Sarrebruck doivent l'embrasement de la houille.

Dans les houillères en exploitation, le gaz hydrogène que les ouvriers nomment *grisou*, s'enflammant au contact d'une lumière, peut provoquer aussi l'embrasement de toute une houillère; mais depuis l'invention et les perfectionnemens de la lampe à tissu métallique que l'on doit au célèbre Davy, ce n'est plus que par des imprudences impardonnables que le gaz hydrogène peut causer des accidens funestes aux ouvriers mineurs.

Ce gaz remplit les fissures de la houille; il y est quelquefois en si grande quantité qu'on l'entend se dégager en produisant un sifflement. Il est plus ou moins abondant selon les localités.

Formes du sol de la formation houillère. — Cette formation occupe en général des bassins circonscrits par des montagnes. Ces bassins sont quelquefois d'une grande étendue, mais le plus souvent ils sont petits et d'une forme allongée. Il est rare que les bassins houillers soient isolés. On en voit fréquemment un certain nombre qui se rattachent les uns aux autres, dans une direction à peu près constante, et quelquefois sur un très-grand espace : c'est cette disposition que l'on appelle *zone houillère*. Cette suite de bassins n'est probablement que le résultat de plusieurs dépôts partiels de matières végétales qui se sont formés çà et là, à la même époque, dans de longues et larges vallées comprises

entre des chaînes longitudinales, ainsi que dans les petites vallées transversales qui y aboutissaient, comme dans le centre de la France ; ou bien dans de longs détroits de mer, comme entre Edinbourg et Glasgow, ou sur les bords du Rhin ; ou bien dans de vastes golfes, comme dans la partie du sud-ouest de l'Angleterre. D'après ces généralités, on conçoit que les bassins houillers sont toujours bornés par des roches plus anciennes qui en forment les bords.

Quelques citations suffiront pour donner une idée de la forme et de l'étendue de ces bassins. Celui de Saint-Etienne, qui fournit à lui seul près de la moitié de la houille que l'on exploite en France, est borné par des crêtes de gneiss et de granite qui se détachent des montagnes de la Haute-Loire et de l'Ardèche. Sa forme, comme on l'a depuis long-temps fait remarquer, est celle d'un triangle alongé, dirigé de l'ouest sud-ouest à l'est nord-est. Sa plus grande longueur est de 46 kilomètres 250 mètres, c'est-à-dire de plus de 11 lieues et demie. Sa plus grande largeur est de 12 kilomètres, et sa plus petite, près de Rive-de-Gier, n'est plus que d'environ 2 kilomètres.

Le bassin houiller de l'Aveyron, compris entre Rhodèz et Severac-le-Château, est dirigé de l'est à l'ouest sur une longueur d'environ 36 kilomètres ou de 9 lieues, et sur une largeur de 3 kilomètres, du nord au sud.

Dans le nord de la France, les riches mines d'Anzin font partie de la grande zone, de 2 lieues de largeur sur plus de 50 de longueur, qui s'étend de l'ouest-sud-ouest à l'est-nord-est, depuis le département du Pas-de-Calais jusqu'au delà d'Aix-la-Chapelle. Elle paraît se rattacher aux dépôts houillers des environs de Luxembourg, de Deux-Ponts et de Sarrebruck.

La formation houillère des environs de Newcastle occupe un des plus riches bassins de l'Angleterre. Ce bassin a 87 kilomètres ou 21 lieues trois quarts de longueur, sur 25 kilomètres ou 6 lieues un quart de largeur.

La formation houillère n'occupe pas, en Europe, une grande élévation au-dessus du niveau de la mer ; les plus riches dépôts, comme en Angleterre, sont même plutôt au-dessous qu'au-dessus de ce niveau. Cependant elle se montre par lambeaux à une hauteur plus ou moins considérable sur les flancs des vallées dans les Vosges et dans les Alpes ; mais c'est dans l'Amérique méridionale qu'elle se fait remarquer à une très-grande hauteur, c'est-à-dire à plus de 2,000 mètres.

Dans les grands bassins, comme celui de Saint-Etienne et celui de Newcastle, la formation houillère constitue de nombreuses collines, dans lesquelles on voit les couches plonger dans tous les sens.

Utilité dans les arts. — Dans plusieurs contrées, les parties solides des grès houillers sont employées comme pierres de construction, et souvent à faire des meules de moulins. Les roches siliceuses ou calcaires servent aussi dans la bâtisse. Les schistes bitumineux et les argiles schisteuses sont souvent utilisés pour recouvrir les toits des habitations. Nous avons vu que les schistes alumineux ou les ampélites fournissent au commerce une grande quantité d'alun; les argiles pyriteuses sont exploitées pour en retirer le sulfate de fer et le sulfate d'alumine. En Angleterre, le fer carbonaté forme des bancs assez épais composés de nodules plus ou moins gros, dont l'exploitation alimente en grande partie les fourneaux de ce pays : ce qui donne aux houillères qu'il renferme un avantage immense sur celles de la France, où le fer carbonaté est rarement assez abondant pour être exploité.

C'est cette abondance du fer et de la houille dans les mêmes localités qui est la principale source de richesse de l'Angleterre, surtout depuis que la vapeur est devenue pour l'industrie et le commerce un moyen si prompt de production et de transport. Les Anglais ont su tirer un si grand parti de cette richesse en combustible et en minerai ferrugineux, réunis dans les mêmes exploitations, qu'ils sont parvenus à se procurer le fer et la fonte à un prix tellement modique, qu'ils trouvent de l'avantage à les employer au lieu de pierre et de bois : ainsi, à Londres, les colonnes de plusieurs édifices sont en fonte, et certaines rues sont pavées avec des cubes de la même matière.

La houille, dit M. Beudant, est susceptible d'un bien plus grand nombre d'applications aux arts et aux usages de la vie que tous les autres combustibles minéraux; elle peut même suppléer le bois dans presque tous les cas, et elle a sur lui l'avantage de donner, à poids égal, une chaleur beaucoup plus intense : aussi est-elle employée dans les verreries, les salines, les fours à chaux, les fonderies et les usines de tous genres qui, pour la plupart, ont encore l'avantage de n'employer que les qualités inférieures. Les serruriers et les maréchaux préfèrent la houille bitumineuse et grasse à tout autre combustible, parce qu'il résulte, ainsi que nous l'avons

déjà dit, de la propriété dont jouissent ses fragmens de s'agglutiner les uns aux autres en brûlant, surtout lorsqu'on les humecte avec de l'eau, qu'il se forme au devant du soufflet une petite voûte sous laquelle la chaleur se concentre, et où le fer est chauffé de tous côtés et peut être placé facilement.

« La houille, dit encore M. Beudant, est aussi employée dans un très-grand nombre de lieux pour le chauffage des appartemens, et son usage va sans cesse croissant à mesure qu'on peut parvenir à déraciner le préjugé qui attribue une influence délétère à la légère odeur bitumineuse qu'elle dégage, et qu'il est d'ailleurs si facile d'empêcher en disposant les foyers convenablement. Lorsqu'on a soin de choisir les houilles qui ne renferment pas de sulfure de fer, l'odeur bitumineuse qui s'exhale pendant la combustion est plutôt saine que nuisible ; on lui attribue même des propriétés salutaires aux poitrines faibles, comme à la fumée des résines et des baumes. On croit encore que la fumée de houille arrête la propagation des maladies contagieuses, et l'on remarque que depuis qu'on a employé ce combustible à Londres, on n'a plus vu paraître les fièvres qui désolaient cette ville. »

On obtient un très-bon combustible pour les foyers, et pour être employé dans certaines usines où l'on fabrique le fer, en carbonisant la houille, c'est-à-dire en la brûlant à l'abri du contact de l'air, comme cela se pratique à Montchanin, dans le département de Saône-et-Loire ; soit dans des fourneaux fermés comme au Creuzot, soit même à l'air libre, comme cela se pratique dans plusieurs localités. Le produit de cette opération est une matière charbonneuse, légère, mais solide et poreuse, d'un noir grisâtre, mais brillant, et d'un éclat métalloïde. Cette matière a conservé son nom anglais de *coak*, francisé en celui de *coke*.

Lorsqu'on carbonise la houille à l'air libre, on profite souvent de la chaleur qui se dégage pendant l'opération pour *griller* des minerais qu'on mélange avec le combustible. En employant des fourneaux fermés, on peut recueillir une espèce de goudron qui sert avec avantage pour la marine, et dont on retire, par une nouvelle distillation douce, du bitume et de l'huile empyreumatique. En carbonisant la houille, il est facile aussi de fabriquer du *noir de fumée*, comme cela se pratique aux environs de Sarrebruck.

C'est aussi par la carbonisation de la houille que l'on obtient le gaz hydrogène carboné employé avec tant de succès pour l'éclairage. L'idée première de cette application est due

à Lebon, ingénieur français, qui imagina les appareils auxquels il donna le nom de *thermolampes*. Mais c'est en Angleterre que ce mode d'éclairage a obtenu le plus de succès et est le plus répandu ; ce sont même des ingénieurs anglais qui ont importé à Paris les appareils inventés à cet effet dans leur pays.

Le coke obtenu par ces différents modes de carbonisation est un excellent combustible qui donne une plus grande chaleur que le charbon, et qui remplace avec beaucoup d'avantage la houille, principalement dans les opérations auxquelles le bitume que celle-ci contient peut nuire d'une manière quelconque : telle que le traitement du minerai de fer pour en obtenir de la fonte. Le coke est recherché aussi pour le chauffage des appartemens, soit seul, soit concurremment avec le bois.

La houille, réduite en fragmens très-menus et mêlés à de l'argile, se façonne en forme de briquettes et de *bûches dites économiques*, pour remplacer le bois dans les foyers domestiques. Comme ces bûches ne doivent brûler ni trop lentement ni trop vite, on emploie dans le mélange qui sert à les faire, les houilles grasses d'Anzin ou de Saint-Etienne, mêlées à l'anthracite des mines de Fresnes, dans le département du Nord [1].

La formation houllière constitue des dépôts fort inégalement répartis dans les différentes contrées du globe. Jusqu'à présent, l'Europe paraît être la plus riche des cinq contrées du monde en houille ; il est vrai, que c'est celle où ce combustible est le plus recherché. Mais, dans cette partie seule, et qui est si bien connue sous le point de vue géognostique, on remarque une grande inégalité de richesse houillère, ainsi qu'on peut le voir par le tableau suivant, qui présente la quantité de houille que l'on exploite dans les différens états de l'Europe.

EUROPE OCCIDENTALE.

	quintaux mét
Angleterre (avec l'Ecosse et l'Irlande)	180,000,000
Belgique	26,000,000
France	20,000,000
Prusse (principalement occidentale)	10,000,000
Hanovre (avec les petits états de la confédération germanique	3,500,000

[1] Beudant : Traité élémentaire de minéralogie, tom. 2, p. 723 et suivantes.

EUROPE CENTRALE.

	quintaux mét.
Saxe	800,000
Bavière	200,000
Autriche	400,000
Bohême	2,500,000

Il est à remarquer que l'exploitation de la houille aux États-Unis d'Amérique n'est évaluée qu'à environ 2,000,000.

Dans le tableau ci-dessus, nous ne voyons figurer que l'*Europe occidentale* et l'*Europe centrale*; la première, qui est la plus avancée sous les rapports intellectuels et industriels, est comme on le voit, infiniment plus riche en charbon minéral.

Si nous jetons un coup d'œil sur la richesse houillère du reste de l'Europe, nous verrons que la *partie septentrionale* et la *partie méridionale*, sont encore moins bien partagées sous ce rapport que la *partie centrale*.

Dans le nord, le Danemark est dépourvu de houillères et la Suède ainsi que la Norvège ne possèdent que quelques exploitations peu susceptibles de développement.

Au sud, l'Italie et la Turquie sont très-pauvres en gisemens houillers; la Grèce ne présente pas même le terrain qui recèle la houille.

Quant à la partie du sud-ouest de l'Europe qui comprend la péninsule hispanique, elle participe de la région occidentale pour sa richesse en houille; ainsi, le Portugal possède plusieurs houillères, et l'Espagne dans ses provinces des Asturies et de la Manche présente d'immenses dépôts houillers. Mais dans ces deux royaumes, le peu de développement de l'industrie, le défaut de communication et la situation affligeante que présentent les esprits sous le rapport politique, rendent ces richesses presque stériles.

La houille exploitée en Portugal ne présente qu'une valeur de. . . . . 1,100,000 fr.

Et les houillères de l'Espagne ne produisent qu'environ. . . . . 1,000,000 quintaux métriques, bien qu'elles puissent en produire plus de dix fois autant.

On peut donc affirmer qu'il y a beaucoup d'avenir dans la richesse et dans la prospérité matérielle du Portugal et de l'Espagne.

Lorsque l'on considère que la houille est devenue le principal véhicule de l'industrie, du commerce et par suite, du bien-être matériel des peuples, et que ce bien-être lui-même

encourage le mouvement intellectuel ; on demeurera persuadé que l'Europe orientale ne rivalisera jamais avec l'Europe occidentale, et que la puissance et les lumières n'abandonneront jamais l'occident pour l'orient. La nature physique du sol le veut ainsi.

La Hongrie ne possède que des houillères peu importantes, son principal combustible est le lignite. La Valachie et la Moldavie ne sont pas mieux partagées ; aussi, les bateaux à vapeur que l'Autriche a établis sur le Danube, qu'ils descendent jusqu'à Galatz, ne consomment-ils que du lignite et surtout du bois.

En vain, la Russie a-t-elle cherché par des tarifs de douane prohibitifs, à encourager l'industrie sur son immense territoire ; en vain, se berce-t-elle de l'espoir d'appliquer les machines à vapeur à diverses exploitations industrielles, à accélérer les moyens de transport si essentiels dans de si vastes contrées, et à multiplier ses pyroscaphes sur la mer Noire, ou l'on ne compte encore que deux lignes bien établies : celle d'Odessa, à quelques-uns des ports de la Krimée et celle du même port à Constantinople ; elle se trouvera toujours arrêtée par la pénurie du combustible, et demeurera toujours tributaire de l'Angleterre pour s'en procurer. Ainsi, non-seulement ses pyroscaphes sont construits et dirigés par des Anglais, mais encore la houille qu'ils brûlent vient de l'Angleterre.

Nous disons que la Russie entretient un espoir qui ne se réalisera jamais qu'imparfaitement en effet : la richesse houillère qu'elle espère trouver dans ses provinces méridionales, ne peut être importante ; ainsi, nous pouvons affirmer que la Krimée où quelques gisemens de lignites dans le terrain jurassique, ont été pris par les Russes pour de la houille, ne renferme aucune roche de la formation houillère, et tout nous porte à croire que la même formation que l'on exploite dans le bassin du Donetz et qui s'étend sur les bords du Don, ne produira point assez de combustible pour exercer une grande influence sur l'avenir industriel de la Russie.

Il est à remarquer que la richesse houillère se montre jusqu'à un certain point, subordonnée au mouvement progressif de l'industrie ; le Portugal et surtout l'Espagne en fournissent la preuve ; la France seule suffirait pour convaincre de ce fait important.

Ainsi en 1789, la France, dans des limites à peu près égales à celles qui circonscrivent son territoire actuel,

exploitait. . . . . 2,800,000 qx. mét.

En 1812. 6,700,000
En 1819. 8,000,000
En 1827. 13,000,000
En 1830. 16,000,000
En 1837. 20,000,000

De nouvelles recherches portent à croire que ce dernier produit de ses houillères sera considérablement dépassé, pour satisfaire à la consommation que nécessiteront les grandes lignes de chemins de fer projetées.

On ne peut nier que l'accroissement très-remarquable de la production houillère en France, dans les différentes périodes que nous venons d'indiquer, ne soit dû aux progrès de notre industrie et à l'augmentation du nombre de nos machines à vapeur.

Toutefois, lorsque l'on considère que nos voisins, les Belges, sont plus riches en houille que nous, et que l'Angleterre obtient de ses houillères neuf fois plus de produits que nous n'en retirons des nôtres; on sent la nécessité pour la France, d'ajouter à sa consommation une partie des houilles étrangères. Encore, n'arrivera-t-elle jamais aux mêmes résultats que l'Angleterre, dont la force productive créée par ses moteurs à vapeur, est évaluée à 6,500,000 ouvriers, tandis qu'en France, cette force productrice n'est que d'environ 600,000 ouvriers.

La Belgique exporte environ le *cinquième* de ce qu'elle exploite de houille. La France n'exporte pas la *centième* partie de ses produits en combustible minéral, parce que ses besoins dépassent ses richesses sous ce rapport; aussi, en 1831, a-t-elle reçu de l'étranger 9,300,000 hectolitres.

En France, la houille est en général trop chère pour que la consommation n'en soit pas restreinte à certaines localités; ce qui en augmente le prix, est surtout le défaut de moyens de transport, car les frais d'extraction, qui influent d'ailleurs peu sur la valeur de ce combustible, ne sont pas en général beaucoup plus considérables que dans l'étranger, ainsi que le démontre le tableau suivant.

Frais d'extraction par hectolitre.

En Angleterre		25 à 45 c.
En Belgique		50 à 55
En France	Saint-Etienne	40 à 50
	Centre	60 à 85
	Nord	90 à 1 franc.

On conçoit que ces frais d'extraction ne peuvent être que le résultat d'une moyenne de diverses localités, puisque les difficultés varient selon la nature et la disposition du terrain.

On sait par exemple, qu'en Angleterre la profondeur d'où l'on extrait la houille est. . . de 20 à 600 pieds.

En Belgique. . . . . de 100 à 1,050

A Saint-Étienne. . . . . . de 300 à 1,200

A Anzin. . . . . de 250 à 1,450

Mais il est certain que la France ne possède point encore assez de voies de communication, pour que le combustible arrive à un prix modéré sur les principaux points où il se consomme. Ainsi, le prix moyen de l'hectolitre de houille en France, est de 70 à 80 centimes sur le puits; dans le département du Gard, ou on achète même à 15 ou 20 centimes, tandis que le prix moyen du transport depuis le canal du centre jusqu'à Paris, est de 1 fr. 90 centimes par hectolitre.

La cherté du transport nuit, sans aucun doute, à la consommation de la houille et, par conséquent s'oppose à l'extension de son exploitation; les petits ménages qui devraient en consommer beaucoup, surtout à Paris et dans ses environs où le bois est fort cher, n'y trouvent pas assez d'économie; c'est ce qui explique pourquoi à Paris, par exemple, où la consommation de la houille est d'environ 1,000,000 d'hectolitres, 50,000 seulement sont consommés dans les foyers domestiques.

Lorsque l'on considère que dans le seul département du nord, 5,000 ouvriers, presque tous chefs de famille, sont employés à l'extraction de la houille, on comprend combien d'ouvriers cette branche d'industrie fera vivre en France, lorsque les frais de transport mettront moins de bornes à la consommation de ce précieux combustible. Les houillères de Newcastle en Angleterre, emploient 70,000 ouvriers et produisent annuellement 36,000,000 de quintaux métriques de combustible.

L'enquête que le gouvernement français a fait faire en 1832 et 1833, sur les différentes questions relatives à l'extraction et à la consommation de la houille, a prouvé la nécessité de l'introduction en France des houilles étrangères. Cette nécessité tient encore en grande partie, à ce que la plupart des houilles de France ne peuvent être expédiées qu'à grands frais dans les principaux lieux où l'industrie les emploie; elle tient aussi à un préjugé qui s'est établi chez

beaucoup d'industriels, et qui explique pourquoi les principales houilles sont classées généralement de la manière suivante relativement à leur emploi le plus avantageux.

La houille de Mons, pour les chaudières à vapeurs.

La houille d'Anzin et de Vieux Condé, pour les forges, les chaufourneries et les briqueteries.

La houille de Saint-Étienne, de l'Auvergne et de l'Allier, pour les forges et les hauts fourneaux.

Mais, s'il est vrai que la houille de Mons est par sa qualité flamboyante, très-propre aux chaudières, on ne peut nier que la plupart des charbons d'Anzin ne soient doués de la même qualité. Toutefois, l'on peut dire que cette localité ne pourrait pas seule alimenter nos usines du nord, ni celles qui sont établies dans le bassin de la basse Seine. Il est donc à regretter que les houillères de la Vendée, de Blanzy et du Creuzot (Saone et Loire), de Decize (Nièvre), de Nogent et de Fins (Allier), et de Saint-Étienne (Loire), qui possèdent de la houille flamboyante, ne puissent pas par des transports faciles, expédier leurs produits en concurrence avec la houille de Mons dans les parties de la France où cette houille est recherchée.

Quant à l'agriculture, nous dirons que les roches de la formation de houillère conservent assez de fraîcheur pour que le sol qui les recouvre soit ordinairement assez favorable à la végétation : on pourrait en citer pour preuve le bassin de Liége, qui offre des champs fertiles et de beaux arbres fruitiers.

DÉPOTS PLUTONIQUES.

Dans les descriptions que nous venons de donner, nous avons déjà cité, associées à celles qui constituent la formation houillère, plusieurs roches d'origine ignée. Ces roches telles que le *porphyre*, le *trapp*, le *basalte*, et quelquefois la *diorite* sont intercalées au milieu de la formation. Bien qu'elles ne fassent pas partie intégrante de celle-ci, elles y ont joué souvent un rôle fort important : ainsi c'est à leur influence que sont dues les failles si nombreuses, les contournemens, les plissemens, les renflemens, en un mot la plupart des bouleversemens dont la formation houillère offre de si nombreux et remarquables exemples.

Les roches ignées s'y sont fait jour de bas en haut et ont formé des filons plus ou moins puissants que les Anglais nomment *dykes*. Ces filons non-seulement s'intercalent entre les couches, mais quelquefois ils les traversent ou les recouvrent.

Nous citerons quelques exemples de cette disposition.

Près de Figeac, M. Dufrénoy a observé sur la rive droite du Cellé, une masse de porphyre qui paraît être intercalée dans le grès. Elle se dessine, dit-il, sur une coupe verticale qui forme comme un mur de terrasse dans un des jardins dépendant de la ville, et présente une espèce d'avancement ou de saillie dans le grès. Ce porphyre est disposé dans le sens de la stratification, de façon que vu sur une petite étendue, il paraît former une couche régulière au milieu de la formation houillère; mais en le suivant sur toute sa longueur, on voit qu'il présente des parties saillantes, qui s'avancent dans le grès (G), comme si le porphyre (P) avait détruit le grès sans lui faire éprouver de dérangement; et en effet, les couches de grès que l'on voit d'un côté de ces avancemens de porphyre, se retrouvent de l'autre côté à la même hauteur. (*Pl.* 23, *fig.* 8.)

Ce porphyre est tabulaire au point de contact avec le grès; blanchâtre un peu terreux, et renferme des cristaux de pyroxène et de mica. Il offre en un mot de l'analogie avec les porphyres trachytiques. Mais en s'éloignant du grès il devient compacte et rouge.

Le grès recouvre le porphyre en couches nombreuses; il offre de l'analogie avec le grès houiller, et ressemble aussi beaucoup à certaines couches du grès bigarré. Il est presque entièrement composé de galets siliceux et de petites parties blanches feldspathiques.

La colline sur laquelle est situé le village de Planiolles, dans les environs de Figeac, offre deux alternances bien prononcées de grès et de porphyre, dont nous allons donner une idée d'après M. Dufrénoy. (*Pl.* 23, *fig.* 9.) Lorsqu'on y monte, on voit d'abord le porphyre, soit d'un rouge brunâtre, soit d'une pâte terreuse blanche, soit au contraire noir, dur et ressemblant au basalte. Ce porphyre n'est point stratifié, mais il présente la tendance à la forme prismatique. Entre deux masses de cette roche (P), on remarque un grès houiller schisteux très-micacé (GS), en couches minces, fortement inclinées vers le sud-ouest, et dont les feuillets renferment de nombreuses impressions de calamites et quelques-unes de fougères. C'est sur le porphyre noir que repose cette roche: elle alterne avec deux couches de grès très-endurci. En montant plus haut, on voit le prophyre renfermer plusieurs masses de schiste noir dont une offre des ramifications. (*Pl.* 23, *fig.* 10.) Au-dessus du porphyre on voit un grès à gros galets de quarz et à pâte

légèrement rougeâtre en couches horizontales nombreuses et régulières ; plus haut un calcaire compacte, terreux, dolomitique, et enfin au-dessus un calcaire coquiller lamellaire appartenant à l'étage inférieur du calcaire oolithique.

Entre le bourg de Flagnac et Saint-Michel d'Aubin, M. Dufrénoy a signalé une coupe intéressante en ce qu'elle présente le porphyre intercalé en couche régulière dans le grès, et la serpentine répandue assez abondamment dans le porphyre. Le schiste pailleté qui constitue les montagnes, depuis les environs d'Aurillac jusque près de Flagnac, est recouvert immédiatement par du porphyre rougeâtre qui se désagrège très-facilement et forme une espèce de sable. Ce porphyre est associé à une roche d'un vert brunâtre tantôt solide, tantôt tendre : dans ce dernier état elle se décompose en boules à couches concentriques comme le basalte, et la masse de porphyre ne présente plus qu'un escarpement composé de masses arrondies. C'est dans ce porphyre que l'on remarque aussi des parties serpentineuses, circonstance assez remarquable. Cette masse de porphyre a environ 100 mètres de puissance ; elle est recouverte par une couche de poudingue de 10 à 15 mètres d'épaisseur, composée de galets de quarz, de granite et surtout de schiste pailleté ; la pâte de ce poudingue est également schisteuse. A cette couche en succède une seconde plus épaisse et mélangée de boules de porphyre que l'on pourrait prendre pour de gros galets si l'on ne remarquait qu'elles sont contiguës, qu'elles doivent leur forme à la décomposition du porphyre et qu'elles constituent des ramifications au milieu du poudingue, non pas comme une couche de porphyre intercalée, mais comme si cette roche y avait pénétré. Plus loin, on voit un grès rouge et schisteux, contenant beaucoup de marnes, et qui doit être le grès houiller, à en juger par les impressions de plantes et les veinules de houille qu'il renferme. (*Pl*. 23, *fig*. 11.)

M. A Boué a observé dans la formation houillère de l'Ecosse, des dispositions assez remarquables que présentent le porphyre et le basalte.

Le promontoire de Rue Varey, dans l'île d'Arran, présente les grès houillers rouges et verdâtres recouverts de porphyre, tandis que toute la masse de ces dépôts est traversée de bas en haut par un filon de basalte. Ainsi, dans cette localité, il y a deux époques d'ignition : celle du porphyre qui est venu recouvrir les gèrs, et celle du basalte qui a traversé le grès et le porphyre. (*Pl*. 23, *fig*. 12.)

Près d'Ardrossan, à 7 ou 8 lieues de Glasgow, un ensemble de couches composées d'argile schisteuse, de dolérite, de grès feldspathique et plus bas d'argile schisteuse et bitumineuse est traversé de bas en haut par un filon de trapp. Cette coupe offre un fait analogue au précédent : la roche d'origine ignée appelée dolérite s'est intercalée entre le grès feldspathique et l'argile schisteuse, et plus tard un filon de trapp sorti du sein de la terre, s'est fait jour au milieu de toutes ces roches. (*Pl.* 23, *fig.* 13.)

Nous pourrions multiplier les citations et les exemples, s'il était nécessaire de les accumuler pour prouver que le porphyre, le basalte et le trapp que l'on remarque dans un grand nombre de localités, principalement en Écosse et en Allemagne, au milieu de la formation houillère, ne sont point contemporains de celle-ci, mais que soit qu'ils la traversent ou soit qu'ils y forment des couches parallèles à celles qu'elles présentent, ce n'est que par suite d'un effort violent tel qu'on en reconnaît dans l'action volcanique, qu'ils ont pu s'y introduire. Il est encore reconnu et admis par la plupart des géologistes, d'après les faits observés par M. Dufrénoy dans le département du Lot, que dans plusieurs circonstances les roches ignées en s'introduisant au milieu du grès houiller, en ont détruit une partie et l'ont remplacé. Mais on doit admettre avec M. Dufrénoy, que bien que postérieures à l'époque de la formation houillère, ces éruptions ont dû se produire durant une période géologique qui s'étend du grès houiller au grès bigarré, puisqu'on n'en trouve pas de traces dans les formations supérieures à ced ernier grès.

Les éruptions qui ont formé des *dykes* de trapp ou de porphyre, au milieu de la formation houillère, y ont souvent produit des effets très-remarquables. Ainsi, dans les environs de Newcastle, en Angleterre, on peut observer à Coley-Hill un de ces *dykes* trappéens de 7 mètres d'épaisseur qui a son point de contact avec la houille, a converti celle-ci à l'état de coke. Ces phénomènes d'altération ne se font pas remarquer seulement sur la houille : les schistes et les grès ont également participé à l'influence de la chaleur produite pendant ces éruptions ; les schistes se sont calcinés ; les grès sont devenus plus durs et plus compactes ; enfin le soufre du sulfure de fer a été sublimé. MM. Elie de Beaumont et Dufrénoy ont observé aussi au contact du dyke de trapp de Trockloy, près de Newcastle, la houille transformée en coke, mais ils ont de plus constaté qu'à mesure qu'elle s'éloigne

du trapp elle reprend peu à peu son état naturel : à 3 mètres de distance, par exemple, elle n'offre plus d'altération sensible.

Aux environs de Ludlow, les Cleehills sont des cônes basaltiques, dont le plus élevé, le Titterstone, a 1700 pieds anglais de hauteur, et dont l'apparition a eu quelque influence sur le dépôt houiller voisin : le basalte s'est épanché sur les couches de la formation houillère ; la houille est exploitée sous les coulées mêmes ; au contact de la roche ignée le combustible est devenu grossièrement prismatique et a été sur plusieurs points aussi converti en coke.

Près de la Petite Verrière, dans les environs d'Autun, la colline du Calvaire composée de schiste, de grès et de houille est traversée par des masses d'eurite qui ont altéré le grès houiller par leur contact, et l'ont, dans quelques places, transformé en une espèce d'eurite, tandis que la houille éprouvant une sorte de cuisson par le voisinage de la roche ignée, a été sur quelques points changée en coke comme aux environs de Newcastle.

C'est à ces éruptions, nous le répétons, qu'il faut attribuer les failles et les replis de couches de houille que l'on remarque dans la formation houillère de l'Angleterre, de la Belgique et d'autres pays encore. A la montagne de Crossfell, dans le comté de Westmoreland, la formation houillère par suite d'une faille repose au haut de la montagne sur le schiste argileux, au bas sur le trapp, et est recouverte par le nouveau grès rouge. (*Pl.* 23, *fig.* 14 [1].)

La formation houillère du sud-ouest de l'Angleterre depuis la colline de *Mendip-Hills* jusqu'à celle de *Barrow-Hill*, présente une suite de failles qui ont occasionné entre les mêmes couches des différences de niveau de 160 à 200 mètres et quelquefois plus.

[1] Dans cette figure, T indique la masse de trapp qui a rempli le vide produit par la fracture, H les couches de la formation houillère, S les schistes du terrain schisteux, N R, le nouveau grès rouge.

FORMATION CARBONIFÈRE.

Comprenant :
- Une partie du terrain anthraxifère, de M. d'Omalius d'Halloy;
- Une partie du terrain abyssique carbonifère, de M. Al. Brongniart;
- Une partie du sol primaire, de M. A. Boué, comprenant le calcaire carbonifère ;
- Le calcaire carbonifère, de M. Rozet et d'autres :
- Le calcaire de transition, de plusieurs auteurs ;
- Le calcaire anthraxifère, *idem* ;
- Le *carboniferous limestone* (calcaire carbonifère), ou *mountain-limestone* (calcaire de montagne), de MM. Conybeare et Phillips, et d'autres auteurs anglais ;
- Le *kohlen kalkstein* des Allemands ;
- Le calcaire à encrines, de quelques auteurs;
- Le calcaire métallifère, *idem* ;
- Une partie du terrain de transition, *idem*.

Cette formation se compose, ainsi que l'indiquent les différents noms qu'on lui a donnés, d'une puissante masse de calcaires de différentes couleurs qui fournit plusieurs espèces de marbres, dont quelques-uns doivent leur teinte noire plus ou moins foncée, non pas au bitume, comme l'ont cru plusieurs savants, entre autres Haüy, qui a donné au calcaire noir le nom de *chaux carbonatée bituminifère*, mais bien au carbone[1]. Parmi ces calcaires, il en est qui sont riches en métaux.

Outre les calcaires ordinairement compactes et à cassure conchoïde, qui sont les plus fréquents dans cette formation, on en trouve dont la texture est sublamellaire, d'autres qui sont argileux et fétides, et que les Anglais nomment *swine-stone ;* d'autres qui sont magnésiens ou bitumineux ; d'autres qui sont silicifères et que l'on nomme *calp ;* d'autres enfin, qui sont remplis d'encrines et de polypiers. Ils alternent quelquefois avec des marnes, des schistes argileux, des argiles schisteuses, des schistes bitumineux ou calcaréobitumineux ; des roches siliceuses carriées, que les Anglais nomment *chert* et *rottenstone ;* enfin des gypses avec du soufre, comme dans l'Amérique septentrionale.

Les substances minérales que l'on trouve en petits amas

[1] M. *Bouesnel* a reconnu par l'analyse que le principe colorant de ce calcaire n'est que du charbon. Journ. des mines, tom. XXIX, pag. 209.

dans cette formation, sont le calcaire spathique ; le bitume ordinaire; une sorte de bitume élastique que l'on a nommée *caoutchouc fossile*, et que l'on a trouvée en Angleterre dans le Derbyshire, et en France à Montalais [1]; la fluorine, le gypse, l'aragonite; la barytine, soit cristallisée, soit concrétionnée, comme celle de Chaufontaine près de Liége; la witthérite ou la baryte carbonatée; la célestine, ou la strontiane sulfatée; le quarz que l'on trouve, soit cristallisé en prismes, soit en cubes, sa forme primitive, comme aux environs de Liége; l'halloysite, soit blanche, soit d'un gris bleuâtre que l'on trouve aussi dans la province de Liége, comme dans celle de Namur. Une particularité peu commune, c'est l'existence du soufre : il se trouve en masses, quelquefois aussi grosses que le poing, dans des géodes de fer hydraté, à Bonnianes, village de la province de Namur.

Les animaux fossiles les plus caractéristiques de cette formation paraissent être des *productus*, des *spiriferes* nombreux en espèces, des *actiocrinites*, des *rhodocrinites*, etc.

Les vertébrés de la classe des reptiles, et les mollusques d'eau douce, n'y étaient point connus, lorsque, dans ces dernières années, l'Ecosse présenta des exemples remarquables de la présence de plusieurs de ces animaux au milieu des couches inférieures de cette formation qui atteint une très-grande puissance.

Quelques géologistes, entre autres M. Rozet, divisent la formation carbonifère en deux étages qui se distinguent principalement par la couleur des calcaires.

ÉTAGE SUPÉRIEUR.

La partie supérieure de la formation carbonifère se confond tellement avec la formation houillère, qu'au-dessous du grès que les Anglais nomment *millstone grit*, on voit souvent des alternances de schistes, de grès, de houille, d'an-

[1] Voici les résultats de l'analyse de ces deux bitumes, par M. Henry fils :

	Caoutchouc fossile de France,	d'Angleterre.
Carbone.	58.260	52,250
Hydrogène	4.890	7,496
Azote	0,104	0,154
Oxygène	36,746	40,100
	100,000	100.000

thracite et d'une roche chargée de carbone, appelée *ampélite allumineuse*, qui présentent tout à fait l'aspect de la formation houillère. On y trouve aussi les mêmes impressions végétales, et les rognons ainsi que les strates interrompus de fer carbonaté (sidérose).

Mais la roche la plus abondante de cet étage est un calcaire compacte ou sublamellaire, presque toujours phosphorescent, d'un gris de fumée plus ou moins foncé, quelquefois bleuâtre, dont les premières couches sont minces et fissiles, et dont la pâte est remplie de polypiers et d'autres corps organisés. Les couches inférieures de cette roche deviennent de plus en plus épaisses, d'une teinte plus ou moins foncée, et donnent en Angleterre et dans le Boulonnais des marbres assez beaux. C'est ce même calcaire qui répand par le choc une odeur plus ou moins fétide attribuée à la présence du gaz hydrogène sulfuré ou de l'acide hydrosulfurique[1]. Les Allemands appellent cette roche *stinkkalk*. C'est ce même calcaire, qui, se chargeant de magnésie, et devenant ferrugineux et bitumineux, change sa couleur grise en rougeâtre et en brunâtre. On y voit en grandes couches subordonnées, des masses de dolomie grise.

Des couches minces d'anthracite se présentent de distance en distance dans cet étage. La masse calcaire est ordinairement stratifiée régulièrement; mais quelquefois aussi elle n'offre point de structure distincte. Les joints de stratification y sont souvent colorés en rouge par l'oxide de fer, et d'autres fois remplis de coquilles bien conservées. Les fissures transversales et ordinairement très-nombreuses des couches, sont occupées par de l'anthracite et par de la chaux carbonatée laminaire, qui sert de gangue à de la fluorine, de la galène et à d'autres métaux, tels que le zinc, le fer et le cuivre.

ÉTAGE INFÉRIEUR.

Le calcaire gris que nous venons de décrire devient de plus en plus foncé à mesure que l'on descend dans les couches inférieures, et finit par devenir noir : c'est alors que commence le second étage de la formation carbonifère. M. Rozet a vu dans le Boulonais, et dans plusieurs localités de la vallée de la Meuse, un lit mince de schiste bitumineux calcaire qui sépare les deux étages; mais généralement ils passent de

[1] M. *Bouesnel* : Journal des Mines, XXIX, p. 209.

l'un à l'autre par des nuances insensibles. Ce calcaire noir est compacte ou sublamellaire, à cassure plus ou moins conchoïde ; sa pâte plus ou moins foncée est parsemée de parties spathiques blanches qui ont fait donner à la roche le nom de *petit granite*. Ces parties blanches ne sont autres que des fragmens plus ou moins considérables de coquilles, et surtout de polypiers.

Le calcaire dont il s'agit est phosphorescent, et répand, lorsqu'on le frotte, une odeur fétide.

La stratification de cet étage est plus régulière que celle de l'étage supérieur ; mais elle est souvent tourmentée comme celle de la formation houillère. Dans les Ardennes les couches sont tantôt arquées et tantôt plissées dans tous les sens. Leur épaisseur est très-variable : dans certaines localités elles n'ont que 20 à 30 centimètres d'épaisseur ; dans d'autres elles ont jusqu'à 2 et 3 mètres, et sont traversées par de nombreuses veines de spath calcaire blanc, et souvent par des veines d'anthracite. Ces couches, surtout lorsqu'elles sont un peu épaisses, sont séparées par des schistes bitumino-calcaires. Elles renferment des rognons et des lits minces de phtanite disposés parallèlement à la stratification. On y voit des masses subordonnées de dolomie, grisâtre ou blanchâtre, dure ou friable, intimement liées au calcaire, et renfermant les mêmes fossiles, et quelquefois des rognons de silex, souvent aplatis, qui s'étendent en bandes parallèles aux couches ; enfin le calcaire alterne fréquemment avec des psammites schisteux, des argiles schisteuses et des calschistes. Les plans de joint sont fréquemment recouverts, dit M. Rozet, de plaques minces d'anthracite métalloïde.

Dans le département du Calvados, sur le territoire de la commune de Feuguerolles, près de la rive gauche de l'Orne, nous avons eu occasion de visiter avec M. Deslonchamps, professeur à l'université de Caen, un calcaire noir fétide qui paraît alterner avec des schistes bitumineux, qui eux-mêmes s'appuient sur le vieux grès rouge. La position et la nature de ce calcaire et de ces schistes paraissent devoir les faire rapporter à l'étage que nous décrivons. M. de Caumont et d'autres géologistes du Calvados les considèrent d'ailleurs comme appartenant à la formation carbonifère. On y trouve deux espèces d'orthoceratites qui appartiennent au genre *Graphtholithe*.

La formation carbonifère étant fort développée dans les Iles-Britanniques, et surtout en Angleterre où elle peut être prise pour type, nous allons compléter sa description par

un coup d'œil sur les couches qu'elle présente dans ces îles, et nous ferons ensuite voir les points de ressemblance qu'elle peut offrir avec celles de la Belgique.

FORMATION CARBONIFÈRE.
Dans les Iles-Britanniques.

Cette formation que l'on connaît dans le nord de la France et en Belgique, occupe le sud de l'Angleterre et une grande partie de l'Écosse et de l'Irlande.

Dans la Grande-Bretagne elle se compose de calcaire, d'argile schisteuse et de calchiste. Mais la roche dominante est le *calcaire carbonifère*, c'est-à-dire le *calcaire de montagne* (mountain-limestone) des Anglais qui le nomment aussi *calcaire métallifère* dans quelques comtés de l'Angleterre où il se montre riche en métaux.

Le calcaire de montagne est en général gris, plus ou moins foncé, souvent bleuâtre, et accidentellement rougeâtre. Il est fréquemment traversé par des veines de calcaire spathique. Sa texture est généralement compacte avec la cassure plane ou conchoïde; quelquefois elle est grenue ou lamellaire; d'autres fois, mais rarement, il offre la texture oolithique, ou du moins il renferme des couches qui ont cette texture. Les variétés compactes sont parfois d'une couleur noirâtre et répandent, comme le calcaire de Namur, une odeur fétide. Dans certains points il paraît être formé en grande partie de débris organiques, tandis que dans d'autres il n'en offre aucune trace. Dans quelques localités il semble être entièrement composé de tiges d'encrines : de là le nom de *calcaire à encrines* qu'on lui a quelquefois donné.

Dans les comtés de Breeknock, de Caermarthen et de Hereford, le *mountain-limestone* présente un grand nombre de cavernes et de cavités en forme d'entonnoirs.

Nous avons parlé du grès appelé *millstone grit* en décrivant l'étage inférieur de la formation houillère. La même roche avec celles qui l'accompagnent ou qui lui sont subordonnées, forment, surtout vers le centre de l'Angleterre, le passage de cette formation à la formation carbonifère : ainsi, l'on retrouve à la partie supérieure de celle-ci une masse de grès très-souvent à gros grains, alternant avec des schistes, des calcaires, des argiles schisteuses, mêlés çà et là de veines de houille. C'est cet ensemble de couches que les

géologistes anglais désignent sous le nom de *millstone grit* que les ouvriers donnent au seul grès grossier.

Vers le nord de l'Angleterre, M. Sedgwick a reconnu que les grandes lignes de séparation, entre la formation carbonifère et la formation houillère, se perdent entièrement, et que l'une des deux formations se fond dans l'autre.

A la base de la chaîne du Yorkshire, suivant M. Sedgwick, la formation carbonifère se compose de riches dépôts houillers à sa partie supérieure, du dépôt appelé *millstone grit* à sa partie moyenne, et du *mountain-limestone* à sa partie inférieure.

Bientôt, d'après le savant professeur que nous venons de nommer, le *millstone grit* acquiert une assez grande puissance, et devient un dépôt très-complexe qui comprend quelques couches de houille.

Au-dessous se présente un dépôt encore plus complexe et plus considérable, puisqu'il n'a pas moins de 300 mètres d'épaisseur dans quelques localités. On y remarque cinq groupes de couches calcaires, extraordinaires par leur continuité parfaite et leur épaisseur uniforme, qui alternent avec de grandes masses de grès et d'argile schisteuse, et renferment une innombrable quantité d'empreintes de végétaux houillers, et trois ou quatre veines très-minces de bonne houille qui donnent cependant lieu à des exploitations considérables.

Puis la même grande masse d'argile schisteuse (*shale*) et de calcaire schisteux, que l'on observe dans le Derbyshire.

Enfin le grand groupe de calcaire, connu sous le nom de *scar limestone* dans le nord de l'Angleterre, constitue la masse inférieure de cette formation.

« Dans la chaîne carbonifère qui s'étend depuis Stainmoor, à travers la chaîne du Crossfell, jusqu'aux confins du Northumberland, nous trouvons, dit M. Sedgwick, la répétition des mêmes phénomènes généraux. Sur son versant oriental, et à la partie supérieure de tous les groupes qui le composent, se trouvent les riches mines de houille du comté de Durham. Au-dessous de la houille, on observe en descendant, et dans un ordre régulier, le *millstone grit*, les alternances de calcaire et de formation houillère, presque identique avec celles de la chaîne du Yorkshire; enfin la grande masse du *scar limestone*, qui est la base du tout. Là, cependant, le *scar limestone* commence à être partagé par des masses épaisses de grès et de schiste houiller, dont on trouve à peine une trace dans le Yorkshire, et passe graduellement à un dépôt complexe difficile à distinguer de

la division immédiatement supérieure de la série. Ce changement graduel est accompagné d'un développement plus prononcé des couches de houille inférieures alternant avec le calcaire. Sur la limite nord-est du Cumberland, quelques-unes de ces couches ont trois ou quatre pieds de puissance, et sont actuellement exploitées en grand, avec tout l'appareil des chemins de fer et des machines à vapeur.

« A mesure que l'on s'avance vers le nord, les couches alternantes de grès et d'argile schisteuse se développent de plus en plus au détriment de tous les groupes calcaires qui diminuent graduellement, et finissent par ne plus avoir d'influence sur le caractère extérieur général de la contrée. On voit ainsi que la portion la plus basse de tout le système houiller, depuis la forêt de Bewcastle, en longeant la chaîne des monts Cheviot jusqu'à la vallée de la Tweed, offre à peine quelques traits de ressemblance avec la partie inférieure de la chaîne du Yorkshire, mais présente au contraire tous les caractères les plus habituels d'une contrée dont le sol est une formation houillère[1]. »

On voit donc, dit M. de la Bèche, que les roches carbonifères ont subi des changemens notables : les couches calcaires se trouvant, dans leurs parties supérieures, mêlées aux grès et aux schistes houillers, et même finissant par disparaître tout à fait au milieu d'eux. Il y a ainsi deux roches de la série qui se sont comme amalgamées ensemble, et entre lesquelles il est impossible d'établir de ligne de séparation.

Au centre de l'Angleterre, dans une contrée élevée, où la Tyne, la Vear, la Tées et l'Éden prennent leurs sources, et où vont se toucher les limites des comtés de Westmoreland et de Cumberland à l'ouest, de Durham à l'est, de Northumberland au nord, et d'York au sud, la formation carbonifère se montre, ainsi que l'ont observé MM. Élie de Beaumont et Dufrénoy, sur une surface non interrompue de 37 kilomètres de l'est à l'ouest, et de 48 du nord au sud. Elle s'étend de là fort loin, encore vers le sud, et ensuite vers l'ouest, mais avec des interruptions. On y distingue jusqu'à vingt couches différentes que les mineurs du pays désignent par des noms particuliers, et dont les principales sont le *fell-top limestone* dans la partie supérieure au-dessous du *millstone grit*; le *great limestone* dans la partie moyenne, et le *scar limestone* dans la partie inférieure. Ces couches sont très-régulièrement stratifiées et presque

[1] Sedgwick : *Adress to the geological Society*, 1831.

horizontales, puisque leur inclinaison n'est généralement que de 2 ou 3 degrés vers le nord-est. Les mineurs calculent ordinairement que le *fell-top limestone* est à 98 mètres au-dessous du *millstone grit* et le *great limestone* à 224 mètres.

Dans le Desbyshire le calcaire carbonifère, traversé par des filons de trapp, prend la texture du marbre, et présente quelques couches magnesifères, qui passent à de véritables dolomies blanchâtres et grisâtres, tantôt dures et tenaces, et tantôt presque friables. Ces dolomies sont liées aux marbres et paraissent se rattacher à la même origine. Plusieurs couches contiennent des rognons de silex, souvent très-aplatis et étendus parallèlement aux couches. Ces silex sont ordinairement noirs et quelquefois de couleur claire. Certaines couches supérieures, au-dessous du *millstone grit*, sont tout à fait pénétrées de silice et passent à une sorte de phtanite ou jaspe schisteux que les Anglais nomment *chert*, et qui renferme des entroques. Il existe dans ces calcaires beaucoup de cavités et même des cavernes assez vastes.

En Angleterre le calcaire carbonifère est tellement riche en galène, qui s'y trouve en filons, en veines et en amas, surtout dans le Cumberland et le Derbyshire, que ce fait justifie le nom de calcaire métallifère que les Anglais lui ont donné. La puissance des filons varie suivant la nature des couches : ainsi, ils sont en général plus étroits dans les argiles schisteuses (*shale*), ou dans les grès que dans les roches calcaires Dans la partie moyenne appelée *great limestone*, ils acquièrent 15 à 17 pieds de largeur, tandis que dans le grès inférieur appelé *watersill*, et qui appartient à l'assise nommée *scar limestone*, ils n'ont pas plus de 3 pieds.

Si maintenant, dit M. de la Bèche, nous avançons vers l'Écosse, et si nous examinons cette masse de conglomérats et de dépôts arénacés mêlés de calcaire et de houille, décrits par MM. Fleming, Jameson, Macculoch, Bald, Boué, Sedgwick, Murchison et d'autres géologistes, nous sommes assez embarrassés pour y établir des distinctions semblables à celles qu'il est si facile de faire dans le sud de l'Angleterre; et cette difficulté s'accroît encore par la présence de roches arénacées qui doivent être rapportées, au moins en partie, au groupe du *grès bigarré* (new red sandstone) [1].

Les couches qui en Écosse paraissent se rapporter, selon

[1] Manuel géologique; par M. H. de la Bèche.

nous, à la formation carbonifère, ont paru à M. Boué caractérisées par une quantité peu considérable de houille souvent sèche; par des amas variables d'anthracite; par des couches trappéennes et feldspathiques; par des calcaires compactes à débris organiques et quelquefois par des grès rougeâtres. Les argiles schisteuses (*shale*), sont grisâtres et souvent micacées. Les calcaires, ordinairement compactes, gris blanchâtres, grisâtres ou noirâtres, contiennent des débris d'encrines qui rendent leur texture sublamellaire. On voit, mais rarement, des rognons irréguliers de silex pyromaque empâtés dans le calcaire gris blanchâtre.

La houille ordinairement sèche (*pitchcoal*) constitue dans cette formation des lits peu considérables; elle est quelquefois mélangée en poussière noirâtre avec des parties terreuses. Les couches d'anthracite qui viennent à la remplacer, atteignent çà et là une plus grande épaisseur, et présentent souvent une division prismatique irrégulière en passant à un graphite assez pur pour être employé dans les arts.

C'est ici que nous devons donner quelques détails sur le dépôt fluviatile ou de delta que l'on a observé à Burdie-House près d'Edinbourg, et qui est remarquable par la présence d'animaux vertébrés fossiles que l'on ne croyait pas avoir pu exister dans des couches aussi anciennes que celles que nous décrivons. Tout semble annoncer ici un dépôt formé à l'embouchure d'un fleuve, dans l'antique mer au fond de laquelle se sont déposés les matériaux de la formation carbonifère de la Grande Bretagne. Depuis la découverte des débris fossiles de Burdie-House, on en a retrouvé de semblables et dans des gisemens analogues en Angleterre.

Ce fut en 1833, que le dépôt fluviatile d'Edinbourg fut observé. M. Hibbert a publié la coupe suivante de haut en bas, dans la direction de l'O. N. O. à l'E. S. E. (Pl. 23, *fig.* 15.)

1° Couches houillères de Loanhead formant une masse considérable de grès, d'argile schisteuse (shale), de bandes ferrifères, et de lits exploités de houille.

L'inclinaison y est au S. E. et au S. un peu vers l'E. sous un angle qui va souvent jusqu'à 50 degrés.

2° Couches d'un calcaire très-grossier ou impur (*limestone blaes* des carriers) qu'on dit avoir 54 pieds d'épaisseur, et qui contient deux lits d'un calcaire très-pur; il est exploité sur une épaisseur de 6 pieds et demi.

Cette assise offre beaucoup de coquilles marines et en particulier des *productus*.



3° Nombreuses alternances d'argile schisteuse, de grès et de couches ferrifères, avec des lits minces de houille, qui s'étendent de Fontainhall à Burdie-House, en inclinant au S. vers l'E. de 30 degrés.

4° Calcaire de Burdie-House, renfermant beaucoup de restes de sauriens, de poissons, de coprolithes, de petites entomostracés et des végétaux du terrain carbonifère. La texture de cette roche est compacte, à cassure conchoïde, d'un aspect terreux et à teinte grise, brune ou rougeâtre, comme les calcaires des environs.

Cette assise a 27 pieds d'épaisseur et incline de 23 à 25 degrés au S. E.

5° Sous ce massif, il y a des argiles schisteuses et un petit lit de houille d'un pied d'épaisseur.

6° Enfin, toutes les couches précédentes s'appuient sur des couches verticales de grès.

Il est donc évident, dit M. Hibbert, que le calcaire fluviatile de Burdie-House est sous le calcaire marin de montagne (*mouutain-limstone*), et les houillères de Loanhead : ce serait donc jusqu'ici le plus ancien dépôt d'ossemens de reptiles [1].

Les découvertes faites à Burdie-House, engagèrent M. Hibbert à faire de nouvelles recherches, qui lui prouvèrent que ce dépôt de delta doit avoir occupé une assez grande étendue : il a reconnu qu'il se prolonge à plusieurs milles de distance à l'O. en masse continue ou en assises plus ou moins isolées. Il cite, entre autres localités, East-Calder où il existe un calcaire assez semblable à celui de Burdie-House, et dont une carrière donne la coupe suivante de haut en bas :

1° Alluvions composées d'argile de sable, etc., à rognons de silex (*boulders*), à blocs de grunstein (diorite), de grès et d'autres roches.

2° Argile schisteuse désagrégée (*blaes*) (épaisseur 16 pieds).

3° Argile schisteuse, bitumineuse (*bituminous shale*) dont une partie brûle facilement, mêlée de minerai de fer terreux (9 pieds).

4° Calcaire brun rougeâtre (*fern-limestone*) à débris de végétaux houillers et à écailles de sauriens (13 pieds).

5° Calcaire à texture grossière (*dogger*), et de couleur jaunâtre (16 pieds).

6° Grès.

A Kirkton, près de Bathgate, M. Hibbert a observé un autre dépôt d'eau douce analogue aux précédents, et renfermant des végétaux semblables à ceux qui se trouvent dans le terrain carbonifère, mais qui présente quelques phénomènes

[1] Communication faite à la société géologique de France, le 17 février 1834.

intéressans. Les couches supérieures alternent avec des lits de schistes argileux, mêlés de filons de minerai de fer terreux, comme dans les localités précédentes, et sont inclinées vers le nord-ouest. L'action chimique, dit-il, qui a donné naissance à ce dépôt, a été si puissante, qu'elle a fait prendre au mélange de matières terreuses et de calcaire impur une disposition *rubanée* semblable à celle que présentent, en Auvergne, certains dépôts supercrétacés en contact avec des roches volcaniques. A Kirkton, on remarque des bancs distincts et alternés, dont quelques-uns sont d'une grande ténuité, et consistent ou en une matière calcaire pure et en silex translucide semblable au silex commun, ou en une roche argileuse mélangée de matières qui se rapprochent de celles qui constituent la porcellanite, et qui paraît être une pépérine, ou en couches ferrugineuses et même bitumineuses. Ces deux dernières espèces de roches présentent souvent à leur surface des boursouflures qui paraissent être l'effet de la chaleur ; souvent aussi on remarque dans le calcaire le plus pur une structure concrétionnée. Enfin les couches de Kirkton présentent de nombreuses ondulations.

Toutes ces circonstances, jointes à l'origine ignée de la pépérine, ont conduit M. Hibbert à cette conclusion que les dépôts calcaires de Kirkton, à l'époque de leur formation, se sont trouvés en contact immédiat avec quelques foyers volcaniques, et ont dû présenter les phénomènes de sources chaudes chargées de matières terreuses, principalement calcaires, semblables à celles que l'on rencontre aujourd'hui fréquemment dans les localités où l'action volcanique est encore en vigueur [1].

Nous ajouterons, relativement à l'Ecosse, que dans ce pays où la formation houillère se confond avec la formation carbonifère, on est quelquefois étonné de l'abondance de certains corps organisés dans certaines couches : ainsi, près des rives du Forth, M. Jameson cite des couches tellement abondantes en coprolithes qu'on pourrait les nommer *couches à coprolithes*, tandis que d'autres renferment une si grande quantité d'écailles de poissons qu'elles mériteraient d'être désignées sous le nom de *couches à écailles*.

Suivant M. Weaver, le calcaire carbonifère domine dans la plus grande partie de l'Irlande, excepté dans les comtés d'Antrim, de Derry et de Wicklow. Ce calcaire, dit M. de

[1] Compte rendu des travaux de la société royale d'Edinbourg ; séance du 17 février 1834.

la Bèche, est en contact avec diverses chaînes de montagnes, s'étend autour d'elles, et remplit les intervalles et les cavités qui les séparent Son épaisseur est généralement de 200 à 300 pieds, et quelquefois de 700 à 800. Il supporte la formation houillère et repose sur le vieux grès rouge. Ainsi, on trouve une analogie complète entre le calcaire carbonifère de l'Irlande et celui du centre et du sud de l'Angleterre.

FORMATION CARBONIFÈRE.

En Belgique.

M. Dumont, auteur d'un travail qui a été couronné par l'Académie de Bruxelles, sur la constitution géologique de la province de Liége, y a divisé le *terrain anthraxifère*, qui comprend notre *formation carbonifere* en quatre étages qu'il nomme *systèmes*, savoir : le *système calcareux supérieur*, formé de calcaire et de dolomie ; le *système quarzo-schisteux supérieur*, composé de schistes argileux et de psammites ; le *système calcareux inférieur*, formé comme le supérieur de calcaire et de dolomie ; et le *système quarzo-schisteux inférieur*, qui comprend, comme le supérieur, du schiste argileux, des psammites, et de plus des poudingues souvent colorés en rouge. Mais, comme dans cette division le *système calcareux supérieur* seul se rapporte à notre formation carbonifère, et que les trois autres qui se succèdent plus bas représentent une partie de notre *terrain schisteux*, nous ne nous occuperons que du premier pour le moment.

La Belgique est un des pays où la formation carbonifère est la pl..s développée ; entre l'Escaut et la Roër, elle constitue un grand massif, qui s'étend depuis Tournay jusqu'à Aix-la-Chapelle, dans la Prusse Rhénane. Ce massif, qui, vers Namur, dit M. d'Omalius d'Halloy, a plus de 5 myriamètres (12 lieues) de largeur, est borné au nord et au sud par le terrain ardoisier ou schisteux. Il renferme, dans le sens de sa longueur, la série de bassins appartenant à la formation houillère, et se perd à l'est et à l'ouest sous la formation supérieure à celle-ci. Cette disposition semble annoncer que la formation carbonifère est encaissée dans le terrain schisteux, comme la formation houillère l'est dans la formation carbonifère, et que l'apparence contraire qui se manifeste dans certains lieux est le résultat de circonstances accidentelles analogues à celles qui font que dans la

formation houillère, les couches paraissent quelquefois sur les bords des bassins dans une position renversée, c'est-à-dire, contraire à ce qui a lieu dans le fond du bassin, comme si l'un des bords de celui-ci avait été si fortement relevé, qu'il se serait replié sur lui-même.

Les principales roches qui composent la formation carbonifère de la Belgique, sont le *calcaire*, la *dolomie*, le *phtanite*, les *chiste argileux*, le *psammite* et le *poudingue*. (*Pl.* 24, *fig.* 16.)

Le calcaire est cette même roche que l'on a appelée *calcaire de transition* et *calcaire anthraxifère*. Il est généralement très-dur, et d'une texture compacte ou lamellaire; quelquefois il est grenu et friable. Toujours il dégage, par la percussion ou le frottement, l'odeur fétide que nous avons citée comme un de ses caractères. Ordinairement il est bleuâtre; mais dans quelques localités, il est blanc ou gris clair, ou noirâtre et même noir, et lorsqu'il est ferrugineux, il prend la couleur rougeâtre. Quelquefois sa texture feuilletée jointe à l'abondance du carbone, lui fait prendre l'aspect des schistes argileux de la formation houillère, ce qui a souvent induit en erreur dans des recherches de houille. D'autres fois, ses feuillets sont couverts d'un enduit mince d'anthracite qui le rend susceptible de brûler lorsqu'on le met au feu.

Ce calcaire présente, en plusieurs endroits, des cavernes plus ou moins vastes, qui, suivant le docteur Schmerling, se montrent généralement dans les endroits où les bandes calcaires forment des replis, ou bien dans les parties qui les avoisinent; en général, partout où il y a des cavernes, l'inclinaison des couches calcaires est considérablement dérangée.

C'est dans le calcaire carbonifère de la province de Liége que se trouve, surtout près de Chokier, village situé entre Huy et Liége, ces cavernes devenues célèbres par la quantité d'ossements de grands animaux perdus, que le docteur Schmerling y a trouvés accompagnés souvent de débris humains ou d'objets de l'industrie des premiers hommes.

Par son mélange avec la magnésie, le calcaire passe à la dolomie. Celle-ci est ordinairement d'un gris cendré, et quelquefois devient même blanchâtre. Elle renferme souvent des parties cristallines, et paraît se lier avec les marbres appelés *petits granites*. Elle passe par différents degrés de la solidité parfaite à l'état arénacé. Souvent elle présente une structure celluleuse à petites cavités irrégulières.

Le phtanite dont nous avons parlé en décrivant quelques localités de l'Angleterre, où il forme dans la partie supérieure du calcaire, des couches que l'on nomme *chert*, se présente aussi dans les couches supérieures du calcaire carbonifère de la Belgique, bien que M. Dumont place le phtanite dans la formation houillère. Cette roche se trouve soit en rognons, soit en petits bancs dans le calcaire. Sa couleur est ordinairement le noir.

Près de Briquegneaux, aux environs de Namur, il existe dans la partie supérieure du calcaire, une petite couche remplie de coquilles d'eau douce, qui, suivant M. Buckland, rappelle les couches d'eau douce des environs d'Edinbourg.

Dans la même localité on trouve de petits lits de houille et d'argile schisteuse intercalées dans la partie supérieure du calcaire.

Un peu plus loin, des couches de silex passant au phtanite reposent sur le calcaire. Près du village de Freyr, le phtanite qui se trouve dans la même position présente des couleurs qui varient du gris jaunâtre au noir ; il passe assez fréquemment à l'état de sable. Il contient comme en Angleterre des traces d'encrines.

A peu de distance de Hun les schistes et les psammites supérieurs sortent de dessous le calcaire de Dinant. Les schistes de la formation carbonifère en Belgique sont principalement caracterisés, suivant M. d'Omalius d'Halloy, par leur tendance à se diviser en petits feuillets, qui, au lieu de présenter, comme ceux du schiste ardoisier, une texture schistoïde jusque dans leurs derniers élémens, forment souvent de petits solides peu épais, terminés par des lignes droites et qui ont quelqufois la forme rhomboïdale. Leur couleur ordinaire est le grisâtre et le jaunâtre. Quelques-uns sont rougeâtres, verdâtres, bleuâtres et noirâtres. Il y en a aussi auxquels de petites paillettes de mica disséminées donnent un aspect luisant. Ils sont tellement altérables par les influences météoriques qu'ils sont souvent mous et friables : aussi ne peuvent-ils être employés à aucun usage.

Quelquefois on voit passer les schistes au phtanite et à l'oligiste, minerai d'un brun rougeâtre, qui devient d'un rouge brunâtre par son exposition à l'air. Sa texture est ordinairement schisto-oolithique. Il a une grande tendance à se lier par une série de nuances insensibles, avec les schistes et les psammites auxquels il est subordonné.

Les schistes ont une telle tendance à passer au psam-

mite, que souvent, dit le savant que nous venons de citer, la masse principale, qui comprend les deux roches, participe autant de l'une que de l'autre, et qu'il est difficile de dire si elle doit être désignée par l'un ou par l'autre de ces noms. Les psammites ont souvent, comme les schistes, de la tendance à se diviser en fragmens rhomboïdaux. Ils sont tantôt tenaces et tantôt très-friables. Leurs couleurs les plus communes sont le grisâtre et le jaunâtre, mais il y en a de blanchâtres, de rougeâtres, de bleuâtres et de verdâtres.

Les poudingues sont ordinairement formés d'une pâte de psammite rougeâtre, qui lie des fragmens, plus souvent anguleux qu'arrondis de diverses roches ordinairement quarzeuses, tels du quarz de différentes couleurs et du phtanite. Quelquefois ces fragmens n'ont pour ciment qu'un sable argileux ou une argile sableuse : au lieu de poudingues on a alors de véritables conglomérats.

FORMATION CARBONIFÈRE.

En Allemagne.

Si la formation carbonifère présente des caractères assez tranchés en Angleterre et en Belgique pour qu'on ne soit pas exposé à la confondre avec quelques-uns des étages du terrain schisteux, il n'en est pas de même en Allemagne : aussi ne parlerons-nous de cette contrée importante qu'avec quelques points de doute, et seulement pour faire voir qu'il est souvent très-difficile de distinguer les dépôts de la formation carbonifère de certains dépôts plus anciens. Les principales difficultés, d'après les meilleurs observateurs, viennent de ce qu'un assez grand nombre de fossiles de la formation carbonifère se retrouvent dans la portion supérieure du terrain schisteux, et de ce que dans le Harz, dans la chaîne du Fichtel-Gebirge, dans celle des Sudetes, et quelques autres encore, il est fort difficile de séparer la formation paléo-psammérythrique de celle des psammites ou *grauwakes* d'une époque plus ancienne, qui forment des dépôts immenses dans ces montagnes.

Toutefois, dans cette détermination difficile, nous pouvons nous guider sur un caractère paléonthologique qui a été signalé par M. de Buch : c'est que dans les dépôts anciens dont nous parlons, et qui peuvent se confondre facilement, le calcaire qui abonde en *encrines*, et celui qui renferme un grand nombre de *trilobites*, appartiennent aux deux principales formations du *terrain schisteux*.

Nous considérons donc, comme appartenant à la formation carbonifère, les calcaires compactes fins d'Altenau,

près de Klausthal; les calcaires schistoïdes et carbonifères du village de Schulenberg: les calcaires sublamellaires gris, remplis de coryophyllies, d'astrées, et d'autres polypiers des environs de Grund, près de Zellerfeld, localités situées dans la partie du Harz qui appartient au Hanovre.

Nous plaçons aussi, dans la même formation, les calcaires marbres et lamellaires, tantôt grisâtres et tantôt rougeâtres, renfermant des lits de minerai de fer, accompagné de jaspe ferrugineux, appelé par les Allemands *Eisenkiesel*, que l'on remarque au village de Rübeland, près la ville d'Elbingerode, et aux environs de Blankenbourg, dans la partie du Harz, qui dépend du duché de Brunswick. Ces roches pourraient à la vérité être classées, comme elles l'ont été en effet, dans le terrain schisteux supérieur; mais, suivant M. de Buch, l'Allemagne ne possède ce terrain, d'une manière positive, que dans les montagnes du Fichtelberg, près de Hoff, en Bavière, et dans les environs de Prague, en Bohême.

Cependant nous ne pensons pas que le Harz soit dépourvu des roches du terrain schisteux: certains schistes argileux, certains phyllades alternant avec des psammites, dont nous nous occuperons plus tard, nous semblent appartenir à ce terrain.

Nous ne parlerons point des roches qui, dans les Sudetes, dans la Silésie et la Moravie, ont été considérées comme appartenant à la formation carbonifère. On n'ose plus s'avancer si loin, dit M. Boué; les données manquent. On reste incertain, ajoute-t-il, si l'on doit mettre en parallèle avec le système carbonifère ces calcaires souvent très-coquillers, c'est-à-dire renfermant un grand nombre de *productus* et d'*evomphales*, et surtout de polypiers divers, ces calcaires, creusés de grottes assez souvent ossifères, roches qui alternent avec des schistes, des psammites, des bancs ferrifères, ou des couches contenant de l'anthracite.

Formes du sol de la formation carbonifère. — En Belgique cette formation occupe une région montueuse, dans laquelle on remarque, suivant M. d'Omalius d'Halloy, outre les vallées ou fentes ordinaires dans lesquelles s'écoulent les cours d'eau principaux, une grande quantité de collines détachées, semblables à ces îlots qui bordent souvent les côtes escarpées. Le long de la vallée de la Meuse, depuis Falmignioul jusqu'à Liége, dit M. Rozet, la même formation présente des plateaux fort étendus, découpés par des vallées de fractures très-étroites; on y re-

marque un grand nombre d'escarpemens à pic; dans les portions dolomitiques les montagnes présentent des crêtes minces et des sommets pointus. Les vallées sont plus étroites et tombent les unes dans les autres sous des angles plus aigus que dans les formations supérieures; les escarpemens y sont aussi beaucoup plus fréquens. Tout y porte l'empreinte des forces perturbatrices qui se sont manifestées dans les premiers temps de cette période. En Angleterre le calcaire carbonifère constitue des montagnes très-élevées, ce qui lui a fait donner le nom de *calcaire de montagne* (mountain-limestone).

Utilité dans les arts. — Nous avons dit que les calcaires de la formation carbonifère fournissent du marbre d'un usage très-répandu et quelques-uns même qui sont estimés. Celui qui est le plus généralement employé est le *petit granite*, dont nos ébénistes se servent pour couvrir la plupart des meubles : la principale exploitation est aux Ecaussines dans la province de Hainaut en Belgique. Sous le nom de *marbre de Namur*, on exploite, dans la province de ce nom, un calcaire noir dont les nombreuses carrières sont situées sur les bords de la Meuse, entre Namur et Liége. Le *marbre de Dinant* est un autre calcaire noir, mais moins estimé que celui de Theux. On exploite aussi dans les environs de Dinant, un calcaire noirâtre feuilleté que l'on emploie à faire des carreaux. Le plus estimé est un marbre veiné de gris et de blanc, connu dans le commerce sous le nom de marbre de *Saint-Anne*, du nom d'une carrière des environs de Thuin dans le Hainaut.

Ces différens calcaires fournissent une chaux excellente et surtout une chaux hydraulique.

Le calcaire magnésien de la Belgique est souvent assez tenace pour être employé au pavage. Celui qui est à l'état arénacé remplace dans les environs de Namur la marne, pour l'amendement des terres : on lui donne le nom de *môle*.

Les psammites servent à faire des pavés en général plus solides que ceux en grès ; mais ils ont le désavantage de devenir glissans par le poli qu'ils prennent. On en fait aussi des moellons et des meules à aiguiser.

Les poudingues forment souvent des roches très-solides que l'on emploie à faire des ouvrages de hauts-fourneaux, des meules de moulins, des pavés, etc.

Dans la Belgique dont nous venons de citer comme

exemples les marbres que fournit la formation carbonifère, on trouve aussi de nombreux exemples de la richesse métallique de cette formation. Le fer à l'état d'oxide et d'hydrate est l'un des métaux les plus abondans : il s'y trouve en couches tronquées ou en amas couchés (*liegende stöcke*) placés de préférence, dit M. d'Omalius d'Halloy, au passage des couches calcaires aux couches schisteuses ; quelquefois il forme des amas ou poches dans les cavités de la roche calcaire, ou des filons, qui bien que dans le calcaire, n'en traversent pas moins les couches de schiste. Aux environs de Florennes, dans la province de Namur, les gîtes de minerai de fer présentent de puissans dépôts que l'on a considérés comme des bassins en forme de bateaux longs de 3000 mètres et larges de 1000.

Une galène laminaire, mais ne contenant presque point d'argent, se trouve aussi en assez grande abondance dans le calcaire, ainsi que le sulfure blanc de fer qui y forme des filons, et que l'on exploite pour en retirer le sulfate de fer. Ces deux sortes de minerais sont utilisés dans les environs de Namur. On y exploite aussi un oxide rouge de fer qui se présente sous la forme de petits grains comme le fer oolitique et qui se trouve en couches puissantes subordonnées au calcaire.

Un autre minerai très-important pour l'industrie et le commerce dont elle est la source est la calamine. Ce silicate de zinc forme un dépôt puissant, qui remplit une vaste cavité de la formation carbonifère au lieu dit la Vieille-Montagne, dans la commune de Moresnet à 3 lieues de Verviers dans la province de Liége. Cette mine alimente une importante fabrique de zinc établie à Liége, ainsi que les diverses fabriques de laiton de la Belgique et du nord même de la France.

En Angleterre le calcaire carbonifère fournit d'assez beaux marbres : ceux que l'on exploite dans le Derbyshire sont gris ou noirs et quelquefois rougeâtres, veinés de spath calcaire plus ou moins pur ; d'autres présentent sur un fond noir des débris organiques remplacés par du calcaire spathique blanc. Il contient des filons et des amas de plomb à l'état de sulfure, de carbonate et de phosphate ; de cuivre sulfuré et carbonaté ; de carbonate et de silicate de zinc ; enfin du fer sulfuré ou à différens degrés d'oxidation.

Nous ne parlerons pas de la houille de cette formation, parce que nous avons précédemment fait voir l'utilité que

présente ce combustible. Quant à l'anthracite, bien qu'elle s'allume difficilement, qu'il faille la mêler, soit avec du bois, soit avec de la houille, et surtout disposer les foyers auxquels on la destine, de manière à ce qu'il puisse y entrer un grand courant d'air, elle est d'une utilité réelle pour certains usages, et dans des opérations pour lesquelles on a besoin d'une haute température : ainsi on l'emploie dans les fonderies, ainsi qu'à la cuisson des calcaires que l'on veut transformer en chaux. Un des désavantages que présente l'anthracite, c'est qu'elle ne brûle que lorsqu'elle est en grandes masses ; elle ne peut donc servir en général aux usages domestiques.

La formation carbonifère ne présente pas autant d'avantage pour l'agriculture que pour les arts et l'industrie. Les couches de cette formation étant traversées par de nombreuses fissures, ne retiennent pas les eaux : aussi les sources y sont-elles fort rares. La surface du sol y est généralement peu fertile, excepté dans les vallées qui présentent une épaisse couche d'alluvions. Dans certaines régions où ces alluvions manquent, règne une grande aridité, comme on le remarque dans celle que l'on appelle *famenne* en Belgique, et qui s'étend entre Givet et Durbui.

DÉPÔTS PLUTONIQUES.

Les trapps, les dolérites, et d'autres roches d'origine ignée que nous avons vues traverser la formation houillère, traversent également toute la formation carbonifère : et cela doit être ainsi, puisque ces roches plutoniques ont fait éruption de bas en haut. En Angleterre, principalement dans le Derbyshire, les intercalations de trapp se montrent fréquemment dans les couches de la formation carbonifère. Le calcaire de cette formation s'étend dans ce comté sur une longueur d'environ 40 kilomètres du nord-ouest au sud-est, et sur une largeur de près de 24 kilomètres. Les couches plongent vers l'est, mais elles ont été fortement accidentées par des failles qui sont dues à l'apparition du trapp. Les intercalations de cette roche ont partagé la formation en quatre assises puissantes : les deux premières ont 45 mètres d'épaisseur, la troisième 64, et la quatrième plus de 76, car on ne sait pas sur quelle formation elle repose. Ce calcaire que l'on exploite comme marbre paraît devoir sa texture, et peut-être ses couleurs variées au contact de la roche plutonique : sur plusieurs points, ainsi que nous l'avons dit, il a été transformé en dolomie.

En Irlande, on cite les environs de Limerick, de Kildare, de Maryborrow, de Phillipstown et de Tipperary, pour le *mountain-limestone*, traversé par des filons de trapp.

Dans le même comté, un trapp amygdalaire, connu sous le nom de *toadstone*, se trouve en filons-couches, au milieu du *mountain-limestone*. Il présente l'apparence d'être stratifié et d'alterner avec le calcaire. On s'accorde à considérer ce trapp comme ayant été injecté au milieu des argiles schisteuses, des calcaires et des grès de la formation carbonifère dont les couches ont été facilement séparées par la force d'injection.

A Old-Cumnock, dans le comté d'Ayr, en Ecosse, le calcaire carbonifère est traversé par du trapp, et l'anthracite qui se présente avec une structure prismée, paraît la devoir à l'action de cette roche ignée. Près de Berkeley, aux environs de Gloucester, le trapp même empâte des fossiles du calcaire carbonifère.

Une couche trappéenne amygdalaire se montre avec une structure columnaire dans le calcaire de Mons, en Belgique, et de Windisch-Kappel, en Carinthie.

L'Allemagne centrale offre aussi de nombreux exemples de filons de trapp dans les différentes roches de la formation carbonifère.

Les dolérites constituent, mais moins fréquemment que le trapp, des filons-couches et des amas au milieu de la même formation. On en connaît plusieurs exemples près d'Edinbourg. En allant d'Elie à Kirkcaldy et à Inverkeithing, on remarque de belles coupes de roches de la formation carbonifère avec des filons et des filons-couches de trapp amygdalaire et de dolérite, ainsi que plusieurs exemples d'altération que le calcaire a éprouvée au contact de ces roches plutoniques.

FORMATION PALÉO-PSAMMÉRYTHRIQUE OU INFÉRIEURE.

Comprenant : {
Le vieux grès rouge (*old-red-sandstone* des Anglais);
L'*Alter-rother-sandstein*, de M. de Léonhard;
Le grès pourpré intermédiaire, de M. A. de Boué;
Le *Iungere grauwacke gebirge* (la grauwacke récente), de quelques géologistes allemands.

Considérée en grand, cette formation présente assez de différences avec celle du terrain que nous appelons *psammérythrique*, pour qu'il soit difficile de les confondre. Ce n'est qu'en échantillons que le second grès rouge et le grès

rouge ancien offrent peu de différence : encore peut-on facilement distinguer le ciment ferrugineux de celui-ci du ciment argileux de l'autre ; l'abondance de la silice dans le vieux grès rouge, et la grande quantité de feldspath dans l'autre : d'où il résulte que le vieux grès rouge passe fréquemment au quarz grenu, tandis que l'autre passe plus généralement à l'arkose.

La formation paléo-psammérythrique ne se compose pas seulement de grès : on y trouve des schistes, des grès schisteux, des quarzites, des schistes quarzeux, des argiles schisteuses, et des conglomérats.

Cette formation, en général fort puissante, varie cependant beaucoup dans son épaisseur : dans le département du Calvados et sur les bords de la Moselle où nous avons eu occasion de l'examiner, elle varie entre 20 et 120 mètres ; en Angleterre, elle atteint jusqu'à 450 mètres ; dans quelques contrées, elle dépasse même 1,000 à 1,200 mètres. Une telle variation dans sa puissance doit nécessairement produire des différences assez grandes dans sa composition minéralogique, c'est-à-dire dans la nature et l'aspect des roches qui en font partie : de là vient que dans quelques localités on y trouve des conglomérats qui manquent totalement dans d'autres ; que dans certains pays l'argile qui alterne avec le grès est tendre, tandis que dans d'autres elle est endurcie ; que la nature et la couleur du grès varient plus ou moins, et que les corps organisés qu'on y trouve n'offrent pas partout les mêmes genres ni les mêmes espèces.

C'est encore à cette variété de texture et de composition, qu'il faut attribuer l'opinion qui a régné longtemps dans la science, que le grès rouge supérieur ou de la formation psammérythrique et le grès rouge inférieur ou du terrain carbonifère, constituaient un seul terrain dans lequel la formation houillère et la formation carbonifère étaient subordonnées.

Ce qui appuyait encore cette opinion, c'est que, dans plusieurs localités, la formation carbonifère manque, et que les couches houillères reposent immédiatement sur le grès rouge ancien. Mais lorsqu'il a été bien constaté qu'en Angleterre les formations houillère, carbonifère et psammérythrique ancienne sont bien tranchées et bien caractérisées, et qu'il n'y a aucun passage entre les couches houillères et le nouveau grès rouge, il n'a plus été possible de se refuser à admettre comme formation distincte celle qui nous occupe.

A l'exemple de M. Rozet, nous diviserons la formation psammérythrique ancienne en deux étages : non pas que nous prétendions que ces deux étages sont partout reconnaissables, mais parce que, lorsque la formation est bien développée, ils sont suffisamment distincts.

ÉTAGE SUPÉRIEUR.

Une masse puissante de schistes argileux forme assez ordinairement la partie supérieure de cet étage ; dans les Ardennes, cependant, ces schistes sont remplacés par des psammites schisteux qui alternent avec des quarzites d'une texture plus ou moins schistoïde, quelquefois même compactes. Dans ces alternances, les couches de quarzite deviennent épaisses aux dépens des schistes qui ne forment plus que des lits minces : ils sont tantôt gris et quelquefois jaunâtres. Cet étage est entièrement traversé par des fissures ordinairement remplies de quarz bleu.

ÉTAGE INFÉRIEUR.

Cet étage beaucoup plus puissant que le premier, présente principalement une arkose contenant de gros fragmens de quarz, de schiste quarzeux et d'argile schisteuse : cette arkose passe souvent à un conglomérat quarzeux à texture schisteuse, passant lui-même à un grès granuleux d'une couleur pourprée, et quelquefois au psammite avec quarzite et au schiste que l'on trouve plus bas, de telle sorte qu'il est souvent difficile de trouver la ligne qui le sépare de ceux-ci. La stratification de cet étage est ordinairement bien distincte : ce qui est dû surtout aux lits argileux qui séparent les couches des autres roches. Sa couleur générale est le rouge pâle ou brun ; mais dans la partie inférieure, la couleur grise devient dominante. Dans différentes couches de cet étage, on trouve des concrétions calcaires.

Le vieux grès rouge du département du Calvados paraît appartenir à l'étage inférieur. On peut y distinguer trois assises : la plus supérieure se compose d'une arkose où le quarz domine, l'assise moyenne de conglomérats, et l'assise inférieure de psammites schisteux.

C'est à May, village situé à quelques lieues de Caen, près des bords de l'Orne, que nous avons observé ces différentes couches. Le grès de cette localité est généralement à grains fins, et renferme un assez grand nombre de moules de différentes coquilles : telles que deux espèces de *conulaires*, deux *orthocératites*, deux *nautiles*, deux *pholadomies*, deux

productus, une *cypricarde*, une *modiole*, etc., plusieurs crustacés du genre *Asaphus*, quelques polypiers, et des végétaux.

M. Busnel a fait remarquer le premier dans ce grès des corps que nous y avons reconnus aussi et qu'il nomme *globulithes* : ce sont des concrétions sphéroïdales qui ont depuis quelques décimètres jusqu'à 2 mètres de diamètre. Leur forme allongée rappelle celle d'un gros nautile ou d'un crustacé roulé sur lui-même. Ces sphéroïdes sont ordinairement composés d'une croûte de grès épaisse de 20 à 30 centimètres renfermant du sable micacé ; quelquefois ils sont massifs, et dans un état de cohésion très-variable. Leur extérieur est strié d'une manière fort régulière et leur intérieur est traversé par un grand nombre de fissures, qui se croisent dans tous les sens : ce qui les rend très-fragiles.

Le grès rouge ancien n'est pas toujours riche en débris organiques : ainsi les bords de la Moselle à Sierck sont formés de roches quarzeuses qui paraissent s'y rapporter, et dans lesquelles on n'a pas encore trouvé de fossiles. Leurs couches plongent vert le sud-est sous un angle de 20 à 40 degrés. Elles supportent comme nous l'avons déjà dit le grès bigarré, le muschelkalk et les marnes irisées. Ces roches, très-bien décrites par M. Elie de Beaumont, consistent en un grès quarzeux un peu micacé, à ciment quarzeux, qui le fait passer à une roche compacte, qui a même souvent l'aspect gras et lustré. La couleur de ce grès est le rouge violâtre, quelquefois mêlé de taches d'un blanc bleuâtre. Les parties supérieure et inférieure de chaque couche sont couvertes de mica d'un rouge pâle et violacé. M. Elie de Beaumont a remarqué que quelques couches se réduisent à des espèces d'amandes de grès, enveloppées dans une argile schisteuse, rouge, micacée. (*Pl.* 22, *fig.* 2.)

Les minéraux de la formation psammérythrique ancienne sont peu nombreux et peu abondans. On y trouve l'oxide de fer, qui dans le département du Calvados, paraît avoir été jadis exploité, oxide qui se présente quelquefois sous la forme oolithique ; le sulfure de fer ; le carbonate de chaux ; le sulfate de strontiane ; et le quarz cristallisé.

FORMATION PALÉO-PSAMMÉRYTHRIQUE.

Dans la Grande-Bretagne.

M. Murchison a partagé cette formation en trois groupes, qui se présentent avec un grand développement et avec

des caractères assez tranchés, dans les comtés de Brecknock, d'Héreford et de Caermarthen.

Groupe supérieur. Ce groupe occupe les plus hauts sommets de la contrée ; il consiste en conglomérats composés de débris de diverses roches quarzeuses, et forme un banc très-épais qui repose sur une masse très puissante de grès.

On n'y a trouvé aucune couche de calcaire, ni aucune trace de restes organiques.

Groupe moyen. Répandu en masses ondulées dans la plus grande partie du comté d'Héreford, ce groupe comprend des marnes argileuses rouges et bariolées de diverses couleurs, renfermant des lits de calcaires concrétionnés (*cornstone*) rouges et verdâtres avec quelques couches de grès.

On a trouvé dans ce groupe des débris de crustacés et de poissons.

Groupe inférieur. Des grès rouges et verts, tantôt friables, tantôt mêlés de mica et durs (*tile-stone*), et contenant des couches d'argile, se déploient d'une manière remarquable, dit M. Murchison, en escarpemens rectilignes qui s'étendent de l'extrémité nord-ouest du Mynidd Eppint, jusqu'à l'embouchure de la Towey.

Dans le comté de Caermarthen, et dans son prolongement au nord-est, dans celui de Salop, ce groupe contient des fossiles tels que, des lingules, des avicules, quelques autres bivalves, et une petite espèce d'orthocère.

Ces tile-stones forment le passage du vieux grès rouge aux *roches de Ludlow* (Ludlow rock), qui font partie des couches supérieures de notre terrain schisteux.

La formation paléo-psammérythrique ne contient pas de combustibles, du moins en Angleterre, où des recherches inutiles ont été faites [1].

M. Sedgwick considère l'Ecosse comme la partie de la Grande-Bretagne qui présente le plus de faits favorables à l'opinion des géologistes anglais, qui comprennent dans le même groupe ou le même terrain le grès rouge, le calcaire carbonifère et le grès pourpré. Il classe dans ce grès ancien ou dans notre formation paléo-psammérythrique, la bande d'agglomérats qui borde, en Ecosse, les montagnes de roches plus anciennes. Enfin il considère comme subordonnées au grès pourpré les marnes calcaires à poissons fossiles, du

[1] Notice sur le vieux grès rouge dans les comtés de Brecknock, Héreford et Caermarthen; par M. R. Murchison.

Caithness et des Orcades, et les couches à débris de poissons du terrain carbonifère du comté de Fife [1].

En Ecosse, dit M. Boué, les poudingues, composés de débris de roches plus anciennes qui varient selon les localités, sont placées au-dessous du grès pourpré ou parmi les couches inférieures de ce grès. Ceux-ci forment une partie des monts Pentlands, la base du groupe de Tinto, et plusieurs des hauteurs qui séparent les comtés de Lanark et d'Ayr. Dans le nord de l'Ecosse, ces poudingues supportent toutes les roches arénacées des bords du golfe de Murray.

Les couches subordonnées aux poudingues sont des lits de grès ou plutôt d'agglomérats à grains fins, plus ou moins compactes ou schisteux, quelques couches calcaires ou feldspathiques, et d'autres d'origine ignée.

Le grès pourpré paraît varier moins dans sa composition que les poudingues, et se compose d'un sable plus ou moins semblable minéralogiquement, lié par un ciment que colore un oxide métallique. Au-dessus des poudingues, son grain est grossier. Les *grès granitiques*, que l'on voit succéder au grès précédent, sur le pied méridional des monts Grampians, paraissent être composés uniquement de particules quarzeuses et feldspathiques, mélangées de petites lames de mica. Le feldspath y est souvent décomposé. Enfin le grès le plus fréquent qui ressemble un peu au précédent par sa composition, présente une grande variété de couleurs : ce sont le rouge de brique, le rouge brunâtre, le gris et le jaunâtre.

Lorsque le mica devient abondant, ces roches arénacées prennent une structure schisteuse, comme dans les Orcades et les îles Shetland. Les grès purement siliceux y sont fort rares, tandis que les grès calcaires y sont abondants. On y trouve aussi subordonnées des argiles schisteuses et des marnes argileuses.

Les poudingues de l'Ecosse présentent dans leur stratification des inclinaisons très-variées : ainsi, dans l'île d'Arran, près de la baie de Ranza, leurs strates plongent vers le nord-ouest sous un angle de 45°. Quelquefois l'inclinaison n'est que de 15 à 20°, comme dans l'îlot d'Inish-Capel ; ou bien comme dans la plaine de Connel, près d'Oban, leurs couches sont presque horizontales. Lorsqu'on examine la

[1] Sur les dépôts recouvrant la série carbonifère de la vallée d'Eden et sur la côte N.-O. du Cumberland et du Lancashire ; par M. Sddgwick.



nature de ces poudingues, dit M. Boué, on s'aperçoit bientôt que leur composition varie beaucoup, et l'on est amené à distinguer d'abord ceux qui reposent sur les roches chloriteuses et quarzeuses, de ceux qui recouvrent les chaînes de *grauwacke*, de l'Ecosse meridionale. On trouve même plusieurs subdivisions à y faire en les fondant sur des caractères assez tranchés pour être facilement distingués. Ces distinctions prouvent la variété des matériaux qui composent ces poudingues : tantôt ce sont des fragmens de quarz, de micaschiste, de granite, de calcaire, etc. Le lien qui les unit est toujours plus ou moins ferrugineux.

Quant aux grès rouges qui forment la partie supérieure de ces poudingues et qui paraissent être comme ceux-ci le résultat d'un dépôt d'alluvion, leur teinte rougeâtre varie en Ecosse comme en Angleterre et sur le continent. Là, le plus ordinairement, ils sont d'un rouge de brique, d'autres fois brunâtres ou grisâtres. Quelquefois l'oxide de fer ne paraît pas les avoir pénétrés : ils offrent alors différentes teintes, de blanchâtre, de jaunâtre et de verdâtre, comme sur quelques points de la côte occidentale de l'île d'Arran, et dans le comté de Forfar. D'autres fois au contraire les particules métalliques sont tellement abondantes que la roche, dit encore M. A. Boué, est d'un gris d'acier foncé ou teint même les doigts en rouge comme certains grès d'Auchindinny aux environs d'Edinbourg. Quand le mica y devient abondant ils prennent une structure schisteuse, comme dans les environs de North-Berwick et dans les îles Orcades [1].

Formes du sol de la formation paléo-psammérythrique. — Le *grès pourpré* (*old-red sandstone*) forme des montagnes fort élevées, surtout en Angleterre, où les *mendip-hills* atteignent la hauteur de 300 mètres.

En Ecosse, suivant M. Boué, les poudingues qui forment les couches les plus inférieures de la formation, constituent des collines et des montagnes aux contours arrondis, dont le sommet est en dos d'âne, et des buttes terminées en pointe. Les pentes sont douces, à quelques exceptions près, parce que la décomposition lente de ces poudingues tend à produire des talus parsemés de quelques petites faces nues, dans les points les plus durs, ou bien dans ceux où des infiltrations aqueuses en ont détaché de gros blocs. Il résulte

1 Essai géologique sur l'Ecosse, par M. A. Boué.

de cette décomposition lente que les vallées entourées de poudingues sont fort évasées.

Dans les régions de l'Ecosse où le grès pourpré constitue la surface du sol, il ne forme que des montagnes peu élevées ou des collines, qui ne s'élèvent qu'à quelques centaines de pieds : le Dundée-Low, qui n'a que 160 mètres, et les montagnes de Sidley, qui n'en ont que 320 tout au plus, en offrent des exemples.

Les autres caractères de ce grès, dit encore M. Boué, sont de présenter des sommets très-arrondis, des pentes très-douces conduisant dans de riches vallées évasées, et présentant un petit nombre d'escarpemens naturels le plus souvent fort inclinés. Mais lorsque des eaux courantes se font jour à travers ces roches arénacées, ou lorsque la mer les endommage, leur effet est de produire, surtout dans le premier cas, des canaux bordés de murailles verticales, et dans le second, des rivages coupés à pic, et au-devant desquels il y a des écueils ou un petit espace aplati, qui se trouve plus ou moins recouvert d'eau à la marée haute. C'est encore à de semblables destructions que sont dus les aspects variés et pittoresques que présentent les bords enchanteurs du North-Esk près de Roslin, les rivages garnis d'excavations du haut promontoire de Redhead, de l'île d'Arran, ainsi que les écueils et les bords escarpés des Orcades, et de quelques parties des îles de Shetland [1].

En Normandie, la formation du vieux grès rouge constitue des chaînes étroites de buttes fort élevées, dont les sommets sont arrondis et ondulés, et dont les pentes sont rapides.

Si nous jetons un coup d'œil sur l'ensemble du terrain carbonifère, nous sommes conduits à admettre que ce terrain a dû se déposer dans de très-vastes espaces ou bassins, lorsqu'il présente les trois formations dont il se compose dans quelques contrées. Ainsi, nous reconnaissons la justesse de l'opinion de M. Elie de Beaumont, qui a été conduit par des faits à considérer le terrain carbonifère de l'Allemagne, de la Belgique, du nord de la France et de l'Angleterre, comme formant un dépôt en grande partie continu, qui s'est fait au sein d'une vaste mer ou d'un océan, et qui ne paraît être morcelé que parce qu'il est recouvert çà et là par des dépôts moins anciens et variés.

Utilité dans les arts. Nous avons peu de chose à dire sous ce rapport du vieux grès rouge, attendu qu'il sert aux

[1] Essai géologique sur l'Ecosse; par A. Boué, p. 108 à 112.

mêmes usages que les autres grès. On en tire des grès et des quarzites employés comme pierres de construction, et qui peuvent fournir aussi d'excellens pavés. C'est à l'emploi du grès de Sierck pour le pavage, que Metz doit aujourd'hui l'avantage d'être une des villes les mieux pavées de France.

Sous le point de vue agricole, la formation paléopsamméry-thrique est en général sèche, et conséquemment peu fertile. En Normandie, elle est des trois formations du terrain carbonifère, celle qui renferme le plus de terres incultes.

DÉPÔTS PLUTONIQUES.

L'Ecosse est depuis longtemps célèbre par les exemples remarquables qu'elle offre de l'intercalation de certaines roches plutoniques dans le vieux grès rouge. Suivant M. Boué, elles s'y présentent de deux manières : tantôt elles y forment des couches ou des espèces de couches qui occupent peu de place ; tantôt par leur superposition les unes aux autres, elles forment de grands amas ou des groupes de montagnes placées en général sur les poudingues ou les assises inférieures du grès rouge ancien. Ces roches sont feldspathiques et compactes, ou des argilolithes (*claystone*), se présentant çà et là, sous la forme de brèches particulières, ou sous celle de porphyre ; ce sont aussi des diorites (*greystone*) des dolérites, des phonolites (*clinkstone*), des trapps et des amygdaloïdes trappéennes.

Près de la vieille église d'Invergowrie, on voit, dit M. Boué, le long des escarpemens peu élevés du rivage, les grès céder leur place à une masse schisteuse, feldspathique, porphyrique, qui contient de petits cristaux d'amphibole, et contre laquelle des couches de grès peu inclinées semblent s'appuyer du côté de l'est, tandis que de l'autre côté, les apparences ne sont plus distinctes ; mais peu après la roche feldspathique reparaît et est divisée en strates de 4 pieds d'épaisseur traversés par un filon de calcaire ferro-manganésifère accompagné de fer carbonaté ; puis à l'est de Boothe, on voit dans les masses feldspathiques cinq cavités remplies, l'une par des couches de grès en forme de fond de bateau et les autres par des lits arénacés peu inclinés, dont quelques-uns, par les pentes qui forment ces vides, paraissent s'appuyer d'un coté sur les roches plutoniques, et de l'autre semblent être recouverts par elles. Enfin au delà on n'aperçoit plus que des lambeaux de ce dépôt feldspathique, qui se présentent au milieu du grès

en amas isolés de diorite, quelquefois en partie décomposés.

Le mont Moncrieff, près de Perth, est formé d'un porphyre amygdaloïde : M. Macculloch a remarqué au milieu de cette masse, des grès contournés, tandis que sur d'autres points de la même montagne, des grès verdâtres micacés contiennent dans le voisinage de la roche ignée une série de feuillets compactes qui alternent avec d'autres, offrant des cavités vides ou remplies de carbonate de chaux comme les roches amygdaloïdes ; de nombreux fragmens de grès sont enclavés dans la roche ignée, et même de petits filons de grès traversent des portions considérables de cette roche.

Dans le groupe des îles Shetland, M. Hibbert indique sur une étendue assez considérable des grès rouges anciens qui occupent la partie occidentale de l'île Mainland, où ils contiennent des couches de roches feldspathiques et trappéennes. On voit même ces roches ignées alterner avec les grès.

Lorsque ces roches trappéennes et feldspathiques ont trouvé moyen de se réunir, dit M. Boué, elles forment des montagnes sur le sol de l'Ecosse tels que les monts Ochills, la partie orientale des Pentlands et les groupes de Tinto, des monts Eildon, de Girleton, etc. Les argilolithes (claystone) qui alternent avec les grès, passent à Lucklaw au phonolite trachytique. Ces mêmes roches et diverses variétés de dolérites constituent la plus grande partie des montagnes que nous venons de nommer.

Près de Dundée, on voit un singulier enchevêtrement de roches feldspathiques et de grès.

A Brodick, dans l'île d'Arran, des filons de trapp s'entrecroisent dans le grès rouge ancien.

TABLEAU

DE LA PUISSANCE ET DE L'ÉLÉVATION DU TERRAIN CARBONIFÈRE.

	Localités.	Nature des dépôts.	Puissance.	Élévation.
France.	Environs de Barcelonnette.	Formation houillère.	0m.	2160m.
	Nord-ouest.	*idem.*	»	600
	Environs de Saint-Etienne.	*idem.*	700	»
Angleterre.		*idem.*	650	»
	idem comté de Salop.	*idem.*	50	»
Allemagne.		*idem.*	»	520 à 960
Hongrie.		*idem.*	»	900
Amérique.	Santa-Fé, dans les Cordillères.	*idem.*	»	4400
	Colombie.	*idem*	»	2640
	Canta dans le Pérou.	*idem.*	»	4480
Angleterre.	Partie méridionale.	Formation carbonifère.	300 à 800	750
	Partie centrale.	Grès (millstone grit), calcaire, schiste et argile schisteuse alternant ensemble.	320	800
	Contrée élevée où les rivières de la Tyne, la Vear, la Tees et l'Edon prennent leur source.	Calcaire appelé *fell top limestone.*	15	»
		Idem *great limestone.*	20	»
		Idem *scar limestone.*	40	»
	Comté de Derby.	Calcaire carbonifère.	250	»
	Partie occident.	Formation carbonifère.	»	220
Irlande.		Calcaire carbonifère.	200	»

Localités		Nature des dépôts.	Puissance.	Elévation.
	Allemagne, Thuringerwald.	Formation carbonifère (ensemble de couches d'argile schisteuse, de grès et de calcaire, que M. Hoffmann rapporte au *mountain-limestone* et au *millstone grit* d'Angleterre.	80	»
	Monts Karpathes.	Formation carbonifère.	»	650 à 960
	Versant méridional des Alpes.	*idem.*	»	2900 à 3200
	Gr.-duché de Luxembourg, entre Ville, My, Bomal et Durbuy.	Calcaire anthraxifère.	800	»
	Idem, entre Lagne, War et la Petite-Somme.	*idem.*	600	»
	France (Calvados, Moselle)	Formation paléo-psamméry-thrique.	20 à 120	»
	Allemagne, Thuringerwald.	*idem* (composée de schiste, de grès schisteux et de conglomérat).	160	»
Angleterre.	Comté de Brecknock, d'Héreford, de Caermarthen, etc.	*idem.*	350 à 450	»
Angleterre.	Partie occidentale des comtés de Salop et d'Héreford, selon M. Murchison.	*idem.*	1200 à 3200	»
Écosse.	Près de Dumbarton, le pied du Tinto, au-dessus du niveau de la Clyde.	Poudingue inférieur.	»	270
Écosse.	Montagne d'East-Cairn, au-dessus de la Clyde.	*idem.*		480
Écosse.	Le Dundee-Law.	Grès pourpré.		160
Écosse.	Montagnes de Sidiley.	*idem.*	»	320

TABLEAU GÉOGRAPHIQUE

DU TERRAIN CARBONIFÈRE.

Nature des dépôts.	Localités.
Formation houillère.	EUROPE. — *France :* environs d'Anzin et de Valenciennes (nord) ; de Ronchamps (Haute-Saône) ; environs de Pierriers (Manche) ; environs de Saint-Etienne et de Rive-de-Gier (Loire) ; de Mont-Cénis, d'Autun (Saône-et-Loire) ; de Commentry (Allier) ; de Montrelais (Loire-Inférieure) ; de Decize (Nièvre) ; environs de Tarascon (Bouches-du Rhône) ; d'Aubin, de Flagnac (Aveyron) ; de Figeac (Lot) ; d'Aubenas (Ardèche) ; de Bedarrieux (Hérault) ; du Vigan et d'Alais (Gard). *Belgique :* environs de Mons et de Liége. *Angleterre :* environs de Newcastle (Northumberland) ; de Dudley (Worcester) ; plusieurs parties du comté de Salop ; environs de Shrawsbury, de Blanchford (comté de Durham) ; de Gamrie (comté de Banff) ; de Whitby, de Bradford, de Middleham, de Scrafton, de Leyburn et de Burnsell (comté d'York) ; de Nottingham (comté de ce nom) ; d'Ashborne et de Derby (Derbyshire) ; de Cheadle et de Mearbrooke (comté de Stafford) ; de Manchester et de Lancastre (comté de ce nom) ; d'Egremont et de Whitehaven (Cumberland). *Écosse :* environs de Glasgow, dans l'île d'Arran. *Bavière :* environs de Wolfstein (cercle du Rhin). *Royaume de Saxe :* environs de Zwickau, de Dresde, de Plauen, de Chemnitz. *Duché de Saxe-Cobourg-Gotha :* environs de Saint-Wendel. *Prusse :* environs de Sarrebruck, d'Eschweiler, d'Essen, de Mühlheim-am-Rhein (province rhénane), de Lobeiün, d'Ibbenbüren (province de Saxe) de Gottesberg, de Waldenbourg, de Landshut, de Myslowitz et de Tost (Silésie) ; de Schwerte (province de Westphalie). *Hanovre :* environs d'Osnabruck.

Nature des dépôts.	Localités.
Formation houillère.	*Bohéme :* environs de Staub, de Stanka et de Radnitz. *Archiduché d'Autriche :* environs d'Ipsitz. *Moravie :* environs de Brüun et de Rossitz, d'Oderberg. *Suède :* île d'Œland. *Russie méridionale :* environs de Lougane, de Bakmouth, d'Iekaterinoslaf, de Slavianoserbskoï. Asie. — *Hindoustan :* environs de Rogonatpour, de Rany-Gunge, de Bancora. *Syrie :* bassin de l'Euphrate. Amérique. — *États-Unis :* Etats de Pensylvanie, de Connecticut, de Virginie. *Mexique :* Plaine de Moqui et de Nabajou ; environs de Santa-Fé de Bogota. *Groenland :* terre de Jameson. *Pérou :* environs de Canta. Océanie. — *Australie :* Nouvelle-Hollande, terre de Van-Diemen.
Formation carbonifère.	Europe. — *France :* environs de Roanne (Loire) ; de Caen (Calvados) ; de Marquise et d'Hardinghen (Pas-de-Calais) ; de Givet (Ardennes. *Belgique :* environs de Liége, de Mons, de Namur, de Dinant, de Florennes, de Verviers, etc. *Angleterre :* comtés de Brecknock, de Caermarthen, de Héreford ; environs de Chesterfield et de Castleton, comté de Derby, près de Stainmore et de Kirkby-Lonsdale, dans le Westmoreland ; Cumberland : environs de Bristol, comtés de Gloucester et de Somerset ; environs de Berkeley et de Mitchel-Dean ; comté de Glocester ; environs de Durham ; et forêt de Teesdale, dans le comté de Durham ; environs de Swansea, dans le comté de Glamorgan. *Écosse :* environs d'Edinbourg, comté de Roxbourgh, île d'Arran (plusieurs localités). *Irlande :* comtés de Dublin, de Kildare, de Kilkenny, de Clare, de Limmerick, du Roi, etc. *Prusse :* environs d'Aix-la-Chapelle, de Gérolstein, de Blankenheim (province rhénane) ; environs de Brillon (province de Westphalie). *Bavière :* environs de Bayreuth. *Bohême :* environs de Prague. *Moravie :* environs de Brünn et de Teschen. *Hongrie :* groupe du Tatra.

Nature des dépôts.	Localités.
Formation paléo-psammérythrique.	EUROPE. — *France :* May, dans les environs de Caen (Calvados) ; Sierck (Moselle). *Angleterre :* comtés de Derby, de Brecknock ; de Caermarthen, de Salop, d'Héreford, etc. *Écosse :* dans le comté de Fife, le Caithness ; environs de Dundée et de Montrose, dans le comté de Forfar ; environs de Tyrie, dans le comté d'Aberdeen ; de Bervie, dans le comté de Kincardine ; près du village de Callander, à 11 lieues de Perth ; et près de Blairgowrie, dans le comté de Perth ; environs de North-Berwick, dans le comté d'Haddington. *Ile d'Arran :* poudingues rougeâtres ou agglomérats de roches quarzeuses ou anciennes. *Irlande :* dans les comtés de Connaught et de Mayo ; environs de Waterford, chef-lieu de comté, dans la province de Munster. *Allemagne centrale :* chaîne du Thüringerwald, dans les duchés de Saxe. *Prusse* (province de Westphalie) : environs de Sachsa (province de Saxe). *Hanovre :* environs de Lauterberg. *Moravie :* environs de Brünn. *Duché de Nassau :* environs de Dillenbourg. *Hongrie :* environs de Neusohl. AMÉRIQUE. — *Etats-Unis :* chaîne des Alléghanys ; bords des grands lacs. *Brésil :* pente orientale des chaînes de montagnes.

TABLEAU DES CORPS ORGANISÉS FOSSILES
DU TERRAIN CARBONIFÈRE.

FORMATION HOUILLÈRE.

VÉGÉTAUX.

	Localités.
Conferves et Algues.	
Algacites acutus (Sternb.), ou Fucoides acutus.	Vettin.
Caulerpites Bronni. (Sternb.)	Birkenfeld, grand-duché d'Oldenbourg.
Equisétacés.	
Equisetum infundibuliforme. (Bronn.) — dubium. (Ad. Brong.)	Wigan; Lancashire.
Equisetites mirabilis. (Sternb.)	Allemagne.
Calamites Suckowii. (Ad. Brong.)	Newcastle; Sarrebruck; Liége; Wilkesbarre, Pensylvanie; Richemont, Virginie.
— decoratus. (Ad. Brong.)	Yorkshire; Sarrebruck.
— undulatus. (Ad. Brong.)	Yorkshire; Radnitz; Bohême.
— ramosus. (Artis, Ad. Brong.)	Yorkshire; Mannebach; Wettin, Allemagne.
— varians. (Sternb.) — verrucosus. (Sternb.)	Allemagne.
— cruciatus. (Sternb., Ad. Brong.)	Litry; Sarrebruck.
— cistii. (Ad. Brong.)	Sarrebruck; Wilkesbarre, Pensylvanie.
— dubius. (Artis.)	Yorkshire; Zanesville, Ohio.
— cannæformis. (Ad. Brong.)	Langeac, Haute-Loire; Alais; Yorkshire; Mannebach; Wettin, Radnitz, Allemagne.
— pachyderma. (Ad. Brong.)	Saint-Étienne; Irlande.
— nodosus. (Schlot.)	Newcastle; Le Lardin, Dordogne.
— approximatus. (Sternb.)	Alais; Liége; Saint-Étienne; Kilkenny.
— Steinhaueri. (Ad. Brong.)	Yorkshire.
— alternans. (Germar.)	Wettin, Prusse.
— distans. (Sternb.) — pseudobambusia. (Sternb.)	Liége.

Fougères.	Localités.
Sphenopteris furcata. (Ad. Brong.)	Newcastle; Charleroi; Silésie; Sarrebruck.
— elegans. (Ad. Brong.)	Waldenbourg en Silésie.
— stricta. (Sternb., Ad. Brong.)	Northumberland; Glasgow.
— artemisiæfolia. (Sternb., Ad. Brong.)	Newcastle.
— delicatula. (Sternb., Ad. Brong.)	Sarrebruck; Radnitz.
— dissecta. (Ad. Brong.)	Saint-Hippolyte, Vosges.
— linearis. (Sternb., Ad. Brong.)	Swina, Bohême; Angleterre.
— furcata. (Ad. Brong.)	Newcastle.
— trifoliolata. (Ad. Brong.) — obtusiloba. (Ad. Brong.)	Anzin, près de Valenciennes; Mons; Silésie; Yorkshire.
— Schlotheimii. (Sternb.)	Doutweiler, près de Sarrebruck; Waldenbourg et Breitenbach, Silésie.
— fragilis. Ad. Brong.)	Breitenbach.
— Hœninghausii. (Ad. Brong.)	Newcastle; Werden.
— distans. (Sternb.)	Ilmenau, Silésie.
— gracilis. (Ad. Brong.)	Newcastle.
— latifolia. (Ad. Brong.)	Newcastle; Sarrebruck.
— Gravenhorstii. (Ad. Brong.)	Silésie; Anglesey.
— rigida. (Ad Brong.)	Waldenbourg.
— acuta. (Ad. Brong.)	Werden.
— trichomanoïdes. (Ad. Brong.)	Anzin.
— tenella. (Ad Brong.)	Yorkshire.
— alata. (Ad. Brong.)	Geislautern, Prusse.
— multifida. (Sauv.) — acutifolia. (Ad. Brong.)	Liége.
— meifolia. (Sternb.) — acutiloba. (Sternb.) — irregularis. (Sternb.) — botryoïdes. (Sternb.)	Allemagne.
— geniculata. (Germ.)	Wettin, Prusse.
Cyclopteris orbicularis. (Ad. Brong.)	Saint-Etienne; Liége.
— reniformis. (Ad. Brong.)	Environs de Fréjus.
— trichomanoïdes (Ad. Brong.)	Saint-Etienne.
— obliqua. (Ad. Brong.)	Yorkshire.
Otopteris gibbosa [1]. (Sauv.) — semicardata. (Sauv.) — cycloïdea. (Sauv.) — reniformis. (Sauv.) — tendulata. (Sauv)	Liége.

[1] M. Sauveur donne le nom d'*Otopteris* au genre que M. Ad. Brongniart nomme *Cyclopteris*.

	Localités.
Aspidites silesiacus. (Göp.)	Charlottenbrunn, Silésie.
Karstenia omphalostigma. (Göp.)	Silésie.
— mamillaris. (Göp.)	
Cottæa danæoïdes. (Göp.)	Waldenbourg, Silésie.
Bockschia. . . . . . . (Göp.)	
Glockeria, marattoides. (Göp.)	Charlottenbrunn, Silésie.
Danæîtes asphenoïdes. (Göp.)	
Asterocarpus. . . . . . (Göp.)	
Balantites. . . . . . . (Göp.)	Waldenbourg.
Nevropteris acuminata. (Ad. Brong.)	Klein-Schmalkalden.
— Villiersii. (Ad. Brong.)	Alais, Gard.
— rotundifolia. (Ad. Brong.)	Pleısis, Calvados; Yorkshire.
— Loshii. (Ad. Brong.)	Newcastle; Anzin; Liége; Wilkesbarre.
— Grangeri. (Ad. Brong.)	Zanesville. Ohio (et point en Euıope).
— tenuifolia. (Sternb.)	Sarrebruck; Miereschau; Bohême; Waldenbouıg, Silésie.
— heterophylla (Ad. Brong.)	Sarrebruck; Valenciennes; Newcastle.
— cistii. (Ad. Brong.)	Wilkesbarre, Etats-Unis (ne se trouve point en Europe).
— microphylla. (Ad. Brong.)	Wilkesbarre.
— flexuosa. (Sternb., Ad. Brong.)	Environs de Bath; Sarrebruck.
— gigantea. (Sternb., Ad. Brong.)	Sarrebruck.
— oblongata. (Sternb.)	Paulton, Somerset.
— cordata. (Al. Brong.)	Alais; Saint-Étienne;
— Scheuchzeri. (Hoffmann.)	Angleterre; Osnabruck; Wilkesbarre.
— angustifolia. (Ad. Brong.)	Environs de Bath; Wilkesbarre.
— acutifolia. (Ad. Brong.)	Environs de Bath; Wilkesbarre.
— crenulata. (Ad. Brong.)	Sarrebruck.
— macrophylla. (Ad. Brong.)	Dunkerton, Somerset.
— auriculata. (Ad. Brong.)	Saint-Etienne.
Glossopteris Browniana.	Houillères de l'Inde et de la Nouvelle-Hollande.
Pecopteris Candolliana. (Ad. Brong.)	Alais, Gard.
— blechnoïdes. (Ad. Brong.)	Liége; Saint-Étienne.
— hannonica. (Sauv.)	Liége.
— Schlotheimii. (Ad. Brong.)	
— rigida. (Sauv.)	
— amœna. (Sauv.)	
— chnoophoroides. (Sauv.)	
— distans. (Sauv.)	

	Localités.
Pecopteris cyathæa. (Ad. Brong.)	Saint-Etienne.
— affinis. (Ad. Brong.)	Saint-Etienne; Aubin.
— arborescens. (Ad. Brong.)	Saint-Etienne; Aubin, Aveyron; Anzin; Mannebach.
— platyrachis. (Ad. Brong.)	Saint-Etienne.
— polymorpha. (Ad. Brong.)	Saint-Etienne; Alais; Litry; Wilkesbarre.
— oreopterides. (Sternb.)	Le Lardin; Mannebach; Wettin. (Schlot.)
— Bucklandi. (Ad. Brong.)	Environs de Bath.
— Aquilina. (Sternb.)	Mannebach et Wettin.
— pteroides. (Ad. Brong.)	Mannebach; Saint-Etienne.
— heterophylla. (Linil. foss. fl.)	Felling.
— Dournaisii. (Ad. Brong.)	Anzin.
— urophylla. (Ad. Brong.)	Pays de Galles.
— Davreuxii. (Ad. Brong.)	Liege; Valenciennes.
— Mantelli. (Ad. Brong.)	Newcastle; Liége.
— lonchitica. (Ad. Brong.)	Newcastle; Sarrebruck; Silésie; Namur; Werden.
— Serlii. (Ad. Brong.)	Environs de Bath; Saint-Etienne; Geislautern; Wilkesbarre.
— Grandini. (Ad. Brong.)	Geislautern.
— crenulata. (Ad. Brong.)	Geislautern.
— Marginata. (Ad. Brong.)	Alais.
— gigantea. (Ad. Brong.)	Abascherhütte; Trèves; Sarrebruck; Liége; Wilkesbarre.
— punctulata. (Ad. Brong.) — sinuata. (Ad. Brong.)	Montagne des Rousses (Isère); Wilkesbarre; Etats-Unis.
— Sauveurii. (Ad. Brong.)	Liége.
— Sillimanni. (Ad. Brong.)	Zanesville, dans l'état de l'Ohio; Etats-Unis.
— Loshii. (Ad. Brong.)	Newcastle.
— nervosa. (Ad. Brong.)	Wales, Waldenbourg; Rolduc; Liége.
— muricata. (Ad. Brong.)	Wettin; Anzin.
— obliqua. (Ad. Brong.)	Valenciennes.
— Brardii.	Le Lardin.
— Defrancii. (Ad. Brong.)	Sarrebruck.
— ovata. (Ad. Brong.)	Saint-Etienne.
— Cistii. (Ad. Brong.)	Wilkesbarre; Bath.
— hemitellioides. (Ad. Brong.)	Sarrebruck; Saint-Etienne.
— lepidorachis. (Ad. Brong.)	Saint-Etienne.
— villosa. (Ad. Brong.)	Bath.
— Plukenetii. (Ad. Brong.)	Alais; Saint-Etienne.
— arguta. (Sternb.)	Saint-Etienne; Sarrebruck. (Schlot.) Rhodisland, Etats-Unis.

	Localités.
Pecopteris cristata.	Sarrebruck.
— Miltoni (Artis.)	Yorkshire ; Sarrebruck.
— abbreviata. (Ad. Brong.)	Valenciennes.
— microphylla.	Sarrebruck.
— æqualis.	Fresnes et Vieux-Condé, près de Valenciennes; Silésie.
— acuta.	Sarrebruck ; Ronchamp, Haute-Saône.
— unita.	Geislautern ; Saint-Etienne.
— debilis.	Ronchamp.
— dentata.	Valenciennes ; Doutweiller.
— angustissima. (Sternb.)	Swina, Bohême ; Sarrebruck.
— gracilis.	Geislautern ; Valenciennes.
— pinnæformis.	Fresnes et Vieux - Condé, Sarrebruck.
— triangularis.	Fresnes et Vieux-Condé.
— pectinata.	Geislautern.
— plumosa.	Sarrebruck ; Valenciennes ; Yorkshire.
— orbiculata (Sternb.)	Swina, Bohême.
— discreta. (Sternb.) — cordata. (Sternb.) — varians. (Sternb.)	Swina.
— obtusata. (Sternb.) — undulata. (Sternb.) — repanda. (Sternb.) — antiqua. (Sternb.)	Radnitz, Bohème.
— crenata. (Sternb.)	Minitz, Bohéme.
— elegans. (Sternb.)	Schatzlar, Bohême.
— incisa. (Sternb.)	Waldenbourg, Silésie, Schatzlar.
— dubia. (Sternb.)	Bohême.
— alata.	Nouvelle-Hollande.
— bifurcata. (Sternb.) — aspidioides. (Sternb.)	Liége.
Alethopteris lonchitidis. (Sternb.)	
Lonchopteris Dournaisii.	Valenciennes.
— elegans (Sauv.) — elongata. (Sauv.) — pectinata. (Sauv.) — Subacuta. (Sauv.)	Liége.
— Bricii. (Ad. Brong.)	Diverses localités.
Odontopteris Brardii. (Ad. Brong.)	Le Lardin et Terrasson, Dordogne ; Saint-Etienne.
— crenulata. (Ad. Brong.)	Terrasson.
— minor. (Ad. Brong.)	Le Lardin ; Saint-Etienne.
— obtusa. (Ad. Brong.)	Terrasson.

	Localités.
Odontopteris Schlotheimii. (Ad. Brong.)	Mannebach; Wettin.
— appendiculata. (Sauv.)	
Schizopteris anomala.	Sarrebruck.
Sigillaria punctata.	Bohême.
— appendiculata.	Bohême; Yorkshire.
— peltigera.	Alais.
— lævis.	Liége.
— canaliculata.	Sarrebruck.
— Cortei.	Essen.
— elongata. (Ad. Brong.)	Charleroi; Liége.
— reniformis. (Ad. Brong.)	Mons; Essen.
— hippocrepis. (Ad. Brong.)	Mons.
— mamillaris. (Ad. Brong.)	Charleroi.
— Davreuxii.	Liége.
— Candollii.	Alais.
— oculata.	Bohême.
— orbicularis.	Saint-Etienne; Sarrebruck.
— tessellata.	Environs de Bath; Alais; Eschweiler; Wilkesbarre.
— Boblayi.	Anzin.
— Knorrii.	Sarrebruck.
— elliptica.	Saint-Etienne.
— transversalis.	Eschweiler, près d'Aix-la-Chapelle.
— subrotunda.	Doutweiler, près de Sarrebruck.
— cuspidata.	Saint-Etienne.
— notata.	Sarrebruck; Silésie; Liége. Charleroi; Valenciennes.
— trigona.	Radnitz, Bohême.
— alveolaris.	Sarrebruck.
— hexagona.	Eschweiler; Bochum.
— elegans.	Borchum.
— Brardii.	Terrasson.
— Serlii.	Paulton, Somerset.
— Hannonica (Sauv.)	Liége.
— cordiformis (Sauv.)	
— undulata. (Sauv.)	
— lenticularis. (Sauv.)	
— prominens. (Sauv.)	
— contigua. (Sauv.)	
— Cistii [1].	Wilkesbarre, Etats-Unis
— rugosa.	
— Sillimanni.	
— obliqua.	
— dubia.	

[1] Cette espèce, et les quatre suivantes, n'ont encore été trouvées que dans l'Amérique septentrionale.

	Localités.
Sigillaria alternans. (Sauv.)	Environs de Liége.
— scutellata. (Ad. Brong.)	
— contigua. (Sauv.)	
— antiqua. (Sauv.)	
— minuta. (Sauv.)	
— Dournaisii. (Sauv.)	
Rhytidolepis scutellata (Sternb.); ou Sigillaria Scutellata. (Ad. Brong[1].)	
— dubia (Sternb.); ou Sigillaria elongata. (Ad. Brong.)	
Filicites Volmanni. (Sauv.)	
— Scheuchzeri. (Sauv.)	
— Brongniartii. (Sauv.)	
— Faujasii. (Sauv.)	
— Rhodii. (Sauv.)	
— Martini. (Sauv.)	
— Woodwardii. (Sauv.)	
— Adiantoïdes. (Sauv.)	
— Parkinsonii. (Sauv.)	
— Walchii. (Sauv.)	
— Artisii. (Sauv.)	
— Martii. Steinhaneri. (Sauv.)	
— Wildenovii. (Sauv.)	
— Linnæi. (Sauv.)	
— Cuvieri. (Sauv.)	
Marsilliacées.	
Sphenophyllum Schlotheimii.	Waldenbourg, Silésie.
— emarginatum.	Environs de Bath, Angleterre; Wilkesbarre, Etats-Unis.
— truncatum.	Somersetshire.
— Dentatum.	Newcastle; Anzin; Geislautern.
— Quadrifidum.	Terrasson.
— pusillum. (Sauv.)	Environs de Liége.
— quadriphyllum. (Sauv.)	
— multifidum. (Sauv.)	
Rotularia marsilææfolia (Sternb.), ou Sphænophyllites emarginatus. (Ad. Brong.)	
— pusilla. (Sternb.)	
Lycopodiacées.	
Lycopodites piniformis.	Saxe-Gotha; Saint-Etienne.
— Gravenhorstii.	Silésie.

[1] Le genre *Rhytidolepis*, de M. de Sternberg, est le même que le *Sigillaria* de M. Ad. Brongniart.

	Localités.
Lycopodites Hœninghausii.	Eisleben.
— filiciformis.	Wettin.
— affinis.	
— phlegmarioides.	Diverses localités.
— Sillimanni [1].	Hadley, dans le Connecticut, Etats-Unis.
Lycopodiolites ophyurus (Sternb.), ou Sagenaria ophiurus. (Ad. Brong.)	Liége.
Selaginites patens.	Edinbourg.
Lepidodendron selaginoides.	Bohême; Silésie.
— elegans	Swina, Bohême.
— Buklandi.	Colebrookdale.
— ophiurus.	Newcastle; Charleroi.
— rugosum.	Charleroi; Valenciennes.
— Underwoodii.	Anglesey.
— taxifolium.	Ilmeneau.
— insigne.	Saint-Ingbert, Bavière.
— Sternbergii.	Swina.
— longifolium.	
— ornatissimum. (Sternb.)	Edinbourg; Yorkshire; Silésie.
— tetragonum. (Sternb.)	Newcastle.
— venosum.	Waldenbourg.
— transversum.	Glasgow.
— Volkmannianum. (Sternb.)	Silésie.
— Rhodianum. (Sternb.)	Yorkshire; Valenciennes; Silésie.
— Veltheimianum. (Sternb.)	Environs de Liége.
— appendiculatum. (Sternb.)	
— anglicum. (Sternb.)	
— Leodiense. (Sauv.)	
— Brongniartii. (Sauv.)	
— Lineare. (Sauv.)	
— clavatum. (Sauv.)	
— alveolare. (Sauv.)	
— sagittatum. (Sauv.)	
— Knorrii. (Sauv.)	
— cordatum.	Durham.
— obovatum. (Sternb.)	Radnitz, Bohême; Silésie; Fresnes et Vieux-Condé.
— dubium.	Newcastle.
— lœve.	Arensberg, Prusse.
— pulchellum.	Alais; Liége.

[1] Cette espèce n'a encore été trouvée que dans l'Amérique septentrionale.

	Localités.
Lepidodendron cœlatum.	Yorkshire.
— varians.	Sarrebruck ; Wilkesbarre.
— crenatum. (Sternb.)	Bohême; Eschweiler; Essen; Zanesville.
— aculeatum. (Sternb.)	Essen ; Bohême ; Silésie ; Wilkesbarre.
— distans.	Saint-Etienne.
— laricinum. (Sternb.)	Bohême ; Silésie.
— rimosum. (Sternb.) — undulatum. (Sternb.)	Bohême.
— confluens. (Sternb.)	Silésie ; Eschweiler.
— imbricatum. (Sternb.)	Eschweiler ; Wettin.
— majus.	Geislautern.
— Boblayi.	Valenciennes.
— lineare.	Alais.
— ornatum.	Shropshire et d'autres parties de l'Angleterre.
— emarginatum.	Yorkshire.
— mamillare. — Cistii [1].	Wilkesbarre ; Etats-Unis.
Syringodendron sulcatum (Sternb.), ou Palmacites sulcatus. (Schlot.) — pulchellum. (Sternb.) — complanatum (Sternb.), ou Phytolithus dawsoni. (Steinhauser.) — pes capreoli (Sternb.), ou S. striatum. (Ad. Brong.) Favularia obovata. (Sternb.) — variolata (Sternb.), ou Palmacites variolatus. (Schlot.) — trigona. (Sternb.) — dubia. (Sternb.)	Environs de Liége.
Cardiocarpon majus.	Saint-Etienne ; Langeac.
— Pomieri. — cordiforme. — ovatum. — acutum.	Langeac.
Stigmaria reticulata.	Angleterre.
— Weltheimiana.	Magdebourg.
— intermedia.	Wilkesbarre.
— ficoides. (Ad. Brong.,	Saint-Etienne ; Liége ; Charleroi ; Valenciennes ; Muhlheim, près de Dusseldorf ; Dudley ; Silésie ; Bavière.

[1] Ces deux dernières espèces n'ont encore été trouvées que dans l'Amérique septentrionale.

	Localités.
Stigmaria tuberculosa.	Wilkesbarre.
— rigida.	Anzin, près de Valenciennes.
— minima.	Anglesey; Charleroi.
— mosana. (Sauv.) — gigantea. (Sauv.)	Liége.
Lepidostrobus ornatus. (Ad. Brong.)	Jarrow, comté de Durham.
Palmiers.	
Flabellaria? borassifolia.	Swina.
Nœggerathia foliosa.	Bohême.
Zeugophyllites calamoides.	Houillères de l'Aude.
Conifères.	
Pinites Carbonaceus. (Witham.)	En Ecosse : dans la houille même.
— Brandlingi. (Lindley.) — ambiguus. (Witham.)	Angleterre, comté de Durham.
Monocotylédones de familles incertaines.	
Sternbergia anguloso.	Yorkshire.
— approximata.	Langeac; Saint-Etienne.
— distans.	Edinbourg.
— Volkmanni. (Sauv.)	Liége.
Poacites æqualis. — striata.	Terrasson.
— lanceolata [1].	Zanesville, Etats-Unis.
Trigonocarpum Parkinsoni.	Angleterre et Ecosse.
— Næggerathii.	Langeac; houillères des bords du Rhin.
— ovatum. — cylindricum. Musocarpum prismaticum. — difforme.	Langeac.
— contractum.	Oldham; Lancashire.
Végétaux dont la classe est incertaine.	
Annularia minuta. (Ad. Brong.)	Terrasson.
— brevifolia.	Alais; Geislautern.
— fertilis.	Environs de Bath; Saint-Etienne; Wilkesbarre.
— floribunda. (Sternb.)	Sarrebruck.
— longifolia.	Environs de Bath; Geislautern; Silésie; Alais; Wilkesbarre (Var); Charleroi; Terrasson.

[1] Cette espèce n'a encore été trouvée que dans l'Amérique septentrionale.

	Localités.
Annularia spinulosa. (Sternb.)	Saxe.
— radiata. (Ad. Brong.)	Sarrebruck.
Asterophyllites equisetiformis.	Mannebach; Saxe; Rhode-island.
— rigida.	Alais; Valenciennes; Charleroi; Bohême.
— hippuroides.	Alais.
— longifolia. (Sternb.)	Eschweiler.
— tenuifolia	Newcastle; Silésie.
— delicatula.	Charleroi; Anzin.
— Brardii.	Terrasson.
— diffusa.	Radnitz.
— elegans. (Sauv.)	Liége.
Volkmannia polystachya.	Waldenbourg en Silésie.
— distachya.	Swina.
— erosa.	Terrasson.
— arborescens.	Bohême.
— gracilis.	Bohême.
— grandis. (Sauv.)	Liége.
— Sternbergii.	Liége.
Phylhotheca australis.	Nouvelle-Hollande.
Bornia equisetiformis (Sternb.), ou Casuarinites equisetiformis. (Schlot.)	Environs de Liége.
— stellata (Sternb.), ou Casuarinites stellatus. (Schlot.)	Environs de Liége.
Brukmannia tenuifolia. (Sternb.)	Environs de Liége.
— rigida. (Sternb.)	Environs de Liége.
Bechera ceratophylloïdes. (Sternb.)	Environs de Liége.
— diffusa. (Sternb.)	Environs de Liége.
— charæformis. (Sternb.)	Environs de Liége.
— dubia. (Sternb.)	Environs de Liége.
— delicatula. (Sternb.)	Environs de Liége.
Artisia interrupta. (Sternb.)	Environs de Liége.
Knorria imbricata.	Environs d'Orenbourg, Russie; Angleterre.
— Selloni. (Lindley.)	Angleterre.
Halonia gracilis. (Lindley.)	Angleterre.
Meyaphytonapproximatum (Lindley.)	Angleterre.
— distans. (Lindley.)	Angleterre.
Galium sphenophylloides. (Zenker.)	Zittau, Saxe.

Troncs et tiges d'arbres silicifiés.

Bois dicotylédons paraissant appartenir à la famille des *Conifères*.	Chambois, Muse, Tavernay, et autres localités des environs d'Autun.

	Localités.
Végétaux monocotylédons qui paraissent appartenir à des *Lycopodiacées* arborescentes et peut-être à des *Lepidodendron*, dont la partie externe formée de faisceaux de tubes cylindriques ou elliptiques, présentant même quelquefois une petite étoile hexagone, a été décrite sous les noms de *Psarolithe* et d'*Astérolithe;* tandis que la partie centrale formée de lames sinueuses pliées dans différens sens, a été désignée sous la dénomination d'*Helmintholithe* ou d'*Endogénite helmintholithe*.	Environs de Chemnitz en Saxe; diverses localités des environs d'Autun.

CONCHIFÈRES [1].

Pentamerus Knightii. (Sow., Hœn.)	Entre le terrain houiller et les roches inférieures, Bochum en Prusse.
Lingula striata. (Hœn.) Vulsella elongata. (Blainv., Hœn.) — brevis. (Blainv., Hœn.)	Werden, Prusse rhénane.
Pecten papyraceus. (Sow., Hœn.)	Werden; Bradford; Hailstone.
— dissimilis. (Flem.)	Le lieu n'est pas indiqué.
Mytilus crassus. (Flem., Hœn.)	Ecosse, Werden?
Unio acutus. (Sow.) Luticola acuta. (Goldf., Hœn.)	Tanne, près de Bochum.
— concinnus. (Sow.)	Angleterre.
— Urii. (Flem.)	Rutherglen, Ecosse.
— subsconstrictus.	Liége.
Nucula attenuata. (Flem.) — gibbosa. (Flem.)	Rutherglen. (Flem.)
Saxicava Blainvillii. (Hœn.) Hyatella carbonaria. (Hœn.)	Nieder-Stauffenbach, près de Cassel. (Hœn.)
Mya? tellinaria. (Hœn.) — ? ventricosa. (Hœn.)	Liége.
— ? minuta. (Hœn.)	Camerberg, près Ilmenau. (Hœn.)

[1] Parmi ces débris organiques marins, il y en a quelques-uns qui ont été trouvés dans le sein même de la formation houillère; quant aux autres, on peut mettre en question s'ils sont propres à cette formation, ou s'ils n'appartiennent pas plutôt à des roches inférieures. (Observation de M. de la Bèche.)

	Localités.
MOLLUSQUES.	
Evomphalus pentagularis. (Sow.)	Werden. (Hœn.)
Turritella Urii. (Flem.) — elongata. (Flem.)	Rutherglen, Ecosse. (Flem.)
Bellerophon decussatus. (Flem.) — striatus. (Flem.)	Linlithgowshire. (Flem.)
Orthoceratites Steinhaueri. (Sow.)	Calcaire du terrain houiller; Chokier, près Liége; (Hœn.) Yorkshire. (Sow.)
— cylindraceus. (Flem.) — attenuatus. (Flem.) — sulcatus. (Flem.) — undatus. (Flem.)	Linlithgowshire. (Flem.)
Nautilus? . . .	Schiste bitumineux; Werden. (Hœn.)
Ammonites Listeri [1] (Sow.)	Schiste bitumineux; Werden (Hœn.); Yorkshire (Steinhauer.); Mellin, près de Liége. (Munst.)
— primordialis. (Sow.)	Schiste bitumineux; Werden. (Hœn.)
— sacer. . .	Liége. (Hœn.)
— subcrenatus. (Schlot.)	Werden. (Munst.)
— diadema. (Haan.) — sphæricus. (Sow.)	Chokier. (Munst.)
POISSONS.	
Ichthyodorulithes. (Buckl. et de la B.)	Argile schisteuse; Durham (Taylor); Rutherglen (Ure.); Sunderland (Sow.)
Palais de poissons.	Dans la houille, Tong, près de Leeds [2].
Ecaille de Megalichtys. *Idem* Palæoniscus. Dents de Diplodus gibbosus.	Comté de Lancastre.
Palæoniscus ariolatus. — ornatissimus. — Robisoni.	Comté de Fife, environs d'Edinbourg.
— fultus.	Aux Etats-Unis.
— Duvernoyi. — minutus. — augustus.	Diverses localités.
— Blainvillii, ou P. inæquilobum. (Blainv.) — Voltzii, ou P. parvum. (Blainv.)	Schiste houiller de Muse, et d'autres localités des environs d'Autun.

[1] M. Hœninghaus pense que cette espèce est la même que l'*Ammonites subcrenatus*, Schlot.

2 *Zoological Journ.*, t. 2, pl. 2, fig. 2.

	Localités.
Eurynotus crenatus. Pygopterus Jamesoni.	Comté de Fife, environs d'Edinbourg.
Amblypterus macropterus (Agassiz), ou Palæoniscum manopterum. (Bronn.) — eupterygius. (Agassiz.) — lateralis. (Agassiz.) — latus. (Agassiz.) Acanthoides Bronni. (Agassiz.)	Environs de Sarrebruck.

CRUSTACÉS.

Trilobites.....	Houillère de Coalbrookdale, Northumberland.

INSECTES.

Débris de *Coléoptères*. *Idem* d'*Arachnides*.	Découverts par M. Prestwich junior, dans les houillères de Coalbrookdale.

FORMATION CARBONIFÈRE.

VÉGÉTAUX.

Lepidodendron Harcourti. (Lindley.)	Northumberland, Angleterre. Ce végétal est transformé en minerai de fer.
Sphenopteris affinis. (Lindley.) — bifibus. (Lindley.) Lepidostrobus variabilis. (Lindley.)	Burdiehouse, Ecosse.

POLYPIERS.

Cellepora Urii. (Flem.) Retepora elongata. (Flem.)	Rutherglen.
Caryophyllia duplicata. (Mart.) — affinis. (Mart.)	Derbyshire.
— Juncea. (Flem.)	Rutherglen.
Fungia discoidea.	Liége.
Meandrina......	Espèce non déterminée. Visby.
Astrea interstincta. (Wahl.)	Suède.
— undulata. (Park.)	Bristol.
Tubipora tubularia. (Lam.)	Environs de Liége et de Verviers, en Belgique.
Syringopora cœspitosa. (Goldf.)	Paffrath, près de Cologne.
— ramulosa.	Liége.
Calomopora polymorpha. (Goldf.)	Namur et autres localités de la Belgique; Paffrath.
Gorgonia ripisteria. Encrinites..... Espèce non déterminée.	Liége, Namur et autres localités de la Belgique.

	Localités.
Favosites septosus. (Flem.) — depressus. (Flem.)	Écosse.
Lithostrotion striatum. (Park)	Plusieurs localités de la principauté de Galles.
— floriforme. (Mart.)	Bristol, et autres localités de l'Angleterre.
— marginatum. (Flem.)	Ecosse.
Amplexus coralloides (Sow.)	King's County (Comté du roi), et Limerick, Irlande.
Polypiers. Genres indéterminés.	Angleterre.
RADIAIRES.	
Pentremites Derbiensis. (Sow.)	Derbyshire.
— ellipticus. (Sow.)	Preston; Lancashire.
— ovalis. (Goldf.)	Prusse rhénane.
Poteriocrinites crassus. (Miller.)	Somerset; Yorkshire.
— tenuis. (Miller.)	Mendip-Hills; Bristol.
Platycrinites lævis. (Miller.)	Dublin; Bristol; environs de Namur et de Verviers, dans la province de Liége.
— rugosus. (Miller.) — tuberculatus. (Miller.) — granulatus. (Miller.)	Mendip-Hills.
— striatus. (Miller.)	Bristol.
— pentangularis. (Miller.)	Mendip-Hills; Bristol.
Actinocrinites triacontadactylus. (Miller.)	Yorkshire; Bristol; Mendip-Hills.
— polydactylus.	Mendip-Hills.
— tesseratus. (Goldf.)	Schwelm, Prusse (province de Westphalie).
Melocrinites hieroglyphicus. (Goldf.)	Stollberg, près d'Aix-la-Chapelle, Prusse rhénane.
Rhodocrinites verus. (Miller.)	Bristol; Mendip-Hills.
Cyathocrinites planus. (Miller.)	Clevedon; Bristol.
— quinquangularis. (Miller.)	Bristol.
ANNELIDES.	
Serpula compressa. (Sow.)	Lothian, Ecosse.
MOLLUSQUES.	
Pentamerus Aylesfordii. (Sow.)	Colebrooke-Dale.
— Knightii. (Sow.)	Downton; Crost Arbery.
— lævis. (Sow.)	Shropshire.
Spirifer ambiguus. (Sow.)	Derbyshire.
— bisulcatus. (Sow.)	Dublin; Visé, Liége, et autres localités de la Belgique.

	Localités.
Spirifer glaber. (Sow.)	Derbyshire; Irlande; Liége;
— oblatus. (Sow.)	Visé; Derbyshire; Flintshire.
— obtusus. (Sow.)	Yorkshire.
— pinguis. (Sow.)	Dublin; Liége.
— rotundatus. (Sow.)	Limerick; Visé, dans la Belgique.
— trigonalis[1]. (Sow.)	Visé; Derbyshire; Rutherglen, en Écosse.
— triangularis. (Sow.)	Derbyshire.
— striatus. (Sow., Brong.)	Derbyshire; Namur; Liége.
— attenuatus. (Sow.)	Dublin; Liége.
— distans. (Sow.)	Dublin.
— resupinatus. (Sow.)	Derbyshire; Rutherglen.
— Martini. (Sow.)	Derbyshire.
— Urii. (Flem.)	Rutherglen.
— exaratus. (Flem.)	West Lothian.
— cuspidatus. (Sow.)	Bristol; Derbyshire.
— minimus. (Sow.) — octoplicatus. (Sow.)	Derbyshire.
Terebratula Mantiæ. (Sow.) — cordiformis. (Sow.)	Irlande.
— acuminata. (Sow.)	Yorkshire; Derbyshire; Rutherglen (Var); Clytheroe; Lancashire (Var); Irlande.
— crumena. (Sow.)	Visé; Derbyshire.
— hastata. (Sow.)	Visé; Dublin; Limerick; Bristol.
— lævigata. (Schlot.)	Visé; plusieurs localités de la Norvège.
— monticulata. (Schlot.)	Visé.
— resupinata. (Sow.)	Derbyshire.
— vestita. (Var., Schlot.)	Visé.
— affinis. (Sow.) — ? lineata. (Sow.)	Derbyshire; Liége, et autres localités de la Belgique.
— ? imbricata. (Sow.)	Derbyshire; Yorkshire; Liége.
— sacculus. (Sow.)	Derbyshire; Rutherglen.
— lateralis. (Sow.)	Dublin, et autres localités de l'Irlande.
— Wilsoni. (Sow.)	Mordeford; E. S. E. de Héreford; Liége.

[1] Producta trigonalis, de M. Deshayes.
Suivant lui, le genre *Spirifer* doit être supprimé pour en partager toutes les espèces entre les genres *Terebratula* et *Producta*.

	Localités.
Terebratula platyloba. (Sow.)	Clitheroe, Angleterre.
— pugnus. (Sow.)	Derbyshire; Irlande.
— fimbria. (Sow.)	Gloucestershire.
— reniformis. (Sow.)	Dublin.
— lateralis. (Sow.)	
— indentata.	Liége.
— lacunosa.	
Lingula mytiloides.	
Productus Martini.	Angleterre.
— hemispherica.	
Producta antiquata.[1] (Sow.)	Visé; Derbyshire; Cloghran; Dublin.
— conoides. (Sow.)	Visé; Llangeffni, île d'Anglesey.
— concinna. (Sow.)	Visé; Derbyshire; Yorkshire.
— fimbriata. (Sow.)	Visé; Derbyshire.
— hemisphærica. (Sow.)	Cærmarthenshire; environs de Liége.
— latissima. (Sow.)	Visé; Tydmawr, île d'Anglesey; Liége.
— lobata. (Sow.)	Visé; Northumberland; Derbyshire; Arran; Liége.
— Martini. (Sow.)	Visé; Derbyshire; Yorkshire; Liége,
— personata. (Sow.)	Derbyshire; Kendal.
— plicatilis. (Sow.)	Visé; Derbyshire; Liége.
— punctata. (Sow.)	Visé; Liége; Derbyshire; Rutherglen.
— rugosa..... (Hœn.)	Visé.
— sarcinulata..... (Hœn.)	
— spinulosa. (Sow.)	Visé; Liége; Linlithgowshire.
— sulcata. (Sow.)	Visé; Liége; Derbyshire.
— transversa.....	Visé.
— Flemingii. (Sow.)	Rutherglen; Linlithgow.
— longispina. (Sow.) Peut-être identique avec la précédente.	Linlithgow.
— crassa. (Flem.)	Derbyshire.
— aculeata. (Sow.)	
— scabricula. (Sow.)	Derbyshire; Visé; Liége.
— spinosa. (Sow.)	Écosse, diverses localités.
— scotica. (Sow.)	

[1] Le masculin *Productus* et le féminin *Producta* sont synonymes.

	Localités.
— gigantea. (Sow.)	Derbyshire; Yorkshire.
— costata. (Sow)	Glasgow, comté de Lanark, en Ecosse.
— depressa..... (Dum.) Strophomena rugosa. — pileopsis. — marsupita.	Liége.
Vulsella lingulata. (Hœn.) Ostrea prisca. (Hœn.)	Visé.
Pecten granosus. (Sow.) — plicatus. (Sow.)	Queen's County (Comté de la reine). Irlande.
Mytilus minimus. (Hœn.)	Paffrath.
Unio.....	Burdiehouse, environs d'Edinbourg, Ecosse.
Megalodon cucullatus. (Sow.)	Liége, et d'autres localités de la Belgique.
Nucula palmæ. (Sow.) Arca cancellata. (Sow.)	Derbyshire.
Hippopodium abbreviatum (Goldf.)	Paffrath.
Cypricardia? annulata. (Hœn.)	Visé, Mons et autres localités de la Belgique.
Cardium elongatum. (Sow.)	Derbyshire.
— hibernicum. (Sow.)	Queen's County; Limerick; Namur; Visé, Liége.
— alæforme. (Sow.)	Queen's County.
Sanguinolaria gibbosa. (Sow.)	Queen's County.
Ungulites..... (Pander.) Espèce non déterminée.	Environs de Revel, Russie.
Lingula.... (Quentedt.) Espèce qui se rapproche de la *Lingula anatina*.	Près d'Orrenhosen, au sud de Revel.

CONCHIFÈRES.

Planorbis æqualis. (Sow.)	Kendal, comté de Westmoreland en Angleterre.
Natica globosa..... (Hœn.)	Visé.
Melania bilineata. (Goldf.)	Paffrath.
— constricta. (Sow.)	Derbyshire.
Ampullaria helicoides. (Sow.) — nobilis. (Sow.)	Queen's County.
Melanopsis coronata. (Hœn.)	Paffrath.
Nerita striata. (Flem.) Très-rapprochée du *Nerita polita*, coquille vivante.	Corry, Arran.
— spirata. (Sow.)	Bristol; Derbyshire; Liége; Namur.

	Localités.
Delphinula canalifera.....	Paffrath.
— tuberculata. (Flem.)	West-Lothian, ou comté de Linlithgow en Écosse.
Cirrus acutus. (Sow.)	Derbyshire.
— rotundatus. (Sow.)	Yorkshire; Liége.
Evomphalus nodosus. (Sow.)	Derbyshire.
— angulosus. (Sow.)	Benthnall Edge.
— catillus. (Sow.)	Derbyshire; Liége.
— pentangulatus. (Sow.)	Environs de Dublin; de Namur, de Liége, de Mons et de Visé.
— coronatus.....	Environs de Visé.
— rotundatus.....	Visé; Paffrath.
— rugosus. (Sow.) — discus. (Sow.)	Colebrooke Dale.
— Espèce non déterminée.	Argenteau; Belgique; Visé; Liége.
Turbo carinatus. (Hœn.) Helix carinatus. (Sow.)	Visé; Liége; Yorkshire.
— atira. (Sow.)	Preston; Lancashire.
— striatus. (Hœn.) Probablement Helix striatus.	Visé; Derbyshire.
— muricatus.	Liége.
Helix? cirriformis. (Sow.)	Derbyshire.
— carinatus. (Sow.) Helicina.....	Liége.
Planorbis.....	Burdiehouse, environs d'Édinbourg, Écosse.
— constricta. (Flem.) Melania constricta. (Sow.)	Derbyshire.
Buccinum arculatum. (Schlot.) — subcostatum. (Schlot.)	Paffrath.
— acutum. (Sow.)	Queen's County, Irlande; Liége.
Bellerophon hiulcus. (Sow.)	Visé; Paffrath; Derbyshire
— apertus. (Sow.)	Kendal; Bristol; Yorkshire; Liége.
— tenuifascia. (Sow.)	Visé; Kendal: Derbyshire et Yorkshire; Liége.
— costatus. (Sow.)	Visé; Derbyshire.
— cornu-arietis. (Sow.)	Kendal; Linlithgowshire.
— Urii. (Flem.)	Rutherglen.
— vasulites. (Montfort.	Namur.
Conularia quadrisulcata. (Miller.)	Bristol; Rutherglen.
— teres. (Sow.)	Ecosse.
Orthoceratites undulatus. (Sow.)	Scalebar; Yorkshire; Visé, près Liége.

	Localités.
Orthoceratites Breynii. (Sow.)	Ashford; Derbyshire.
— annulatus. (Sow.)	Colebrooke-Dale; Shropshire; King's County.
— paradoxicus. (Sow.)	Irlande.
— fusiformis. (Sow.)	Queen's County, Irlande; Lancashire.
— cinctus. (Sow.)	Preston; Lancashire.
— Gesneri..... (Martin.)	Derbyshire.
— lævis. (Flem.)	
— pyramidalis. (Flem.)	
— convexus. (Flem.)	
— annularis. (Flem.)	Linlithgowshire.
— rugosus. (Flem.)	
— angularis. (Flem.)	
— tenuis. (Vahl.) C'est cette espèce que Linné a appelée *Graphtolites*.	Mösseberg, Suède; Christiania, Norvège; May, près de Caen.
— scalaris. (Voltz.)	Ile de Bornholm; Christiania.
Orthocera striata.	Liége.
Nautilus discus. (Sow.)	Kendal.
— ingens..... (Martin.)	Derbyshire.
— marginatus. (Flem.)	Bathgate, environs d'Édinbourg, Ecosse.
— quadratus. (Flem.)	West Lothian.
— biangulatus. (Sow.)	Bristol.
— sulcatus. (Sow.)	Derbyshire.
— Woodwardii. (Sow.)	
— excavatus. (Flem.)	Limerick.
Ammonites sphæricus. (Sow.)	Visé; Derbyshire.
— striatus. (Sow.)	Derbyshire.
CRUSTACÉS.	
Calymena Tristani.	Liége.
— macrophtalma.	
Trilobites. Genre non déterminé. (De la B.)	Bristol; Llangeffni, île d'Anglesey; Linlithgowshire; Liége.
Cypris.....	Burdiehouse, Ecosse.
Cidotea..... (Scouler.)	Ecosse.
POISSONS.	
Ichthyodorulites. (Buckl. et de la B.)	Bristol.
Palais de poissons. (De la B.)	Bristol; Northumberland.
Palæoniscus ariolatus.	
— ornatissimus.	
— Robisoni.	Écosse, environs d'Edinbourg.
Eurynotus crenatus.	
Pygopterus Jamesoni.	
Megalichthys Hibberti.	Burdiehouse, Ecosse.

FORMATION PALÉOPSAMMÉRYTHRIQUE.

POLYPIERS.	Localités.
Quelques madrépores.	Diverses localités de l'Allemagne et de l'Angleterre.
MOLLUSQUES ET CONCHIFÈRES.	
Producta cominna.	Environs de Liége.
Spirifer intermedius.	Monts Alleghanys, Etats-Unis.
Astarte?.... Cypricardia?....	Environs de Dublin; May, environs de Caen.
Conularia pyramidata. (Miller) — Espèce non déterminée	May, environs de Caen.
Orthoceratites cordiformis — giganteus. Nautilus bilobatus. — pentagonus.	Calcaire associé au vieux grès rouge du comté de Dumfries.
CRUSTACÉS.	
Asaphus Brongniartii. (Deflong.)	Allemagne.
POISSONS.	
Cephalospis.... Plusieurs espèces.	Angleterre.
SAURIENS.	
Divers débris. Débris de tortues voisines des Trionix	Angleterre.

CHAPITRE II.

TERRAIN SCHISTEUX.

Comprenant:
- Le calcaire de transition (*Uebergangs-kalk*), la grauwacke argileuse et le schiste argileux (*Grauwacke-schiefer und Thonschiefer*), de M. de Léonhard;
- Le terrain schisteux, de M. Rozet;
- Le terrain ardoisier, de M. d'Omalius d'Halloy;
- Le terrain hémilisien schisteux ou traumateux, de M. Al. Brongniart;
- Le terrain de transition, de M. A. Burat et de la plupart des géologistes allemands et français;
- La plus grande partie du sol primaire, de M. A. Boué;
- Le *Primary strata* des Anglais.
- Le groupe de la grauwacke, de M. de la Bèche, avec le groupe fossilifère inférieur, du même auteur;
- Le système silurien, de M. Murchison; ainsi que le système cambrien, de M. Sedgwick.

La plupart des géologistes français et anglais ont reconnu depuis long-temps combien est impropre la dénomination de *terrain de transition* donnée par l'école de Freyberg à un ensemble de formations dans lequel les uns comprennent le terrain carbonifère que d'autres en excluent; mais dans lequel tout le monde s'accorde à placer le terrain que nous allons décrire.

En Angleterre, M. Murchison dont le nom fait autorité dans la science géologique, s'entendit il y a quelques années avec son savant ami, M. le professeur Sedgwick, pour remplacer par une dénomination nouvelle et plus en rapport avec les faits, celle de terrain de transition. Le premier a proposé de donner le nom de *système silurien* à un groupe de couches schisteuses calcaires et siliceuses qu'il y divise en deux étages. Le second a proposé également d'appeler *système cambrien*, un groupe inférieur au précédent et qui se compose de roches siliceuses et schisteuses connues sous le nom de grauwackes, de schistes argileux et ardoisiers et de calcaires.

Dans le cours qu'il fait au Collége de France, M. Elie de Beaumont a adopté les deux dénominations précédentes.

Cependant malgré toute la déférence que nous devons avoir et que nous avons pour les opinions de MM. Mur-

chison, Sedgwick et Elie de Beaumont, nous ne dissimulerons point que le choix des deux dénominations, qui a la faveur de ces savans viennent d'être introduites dans la nomenclature scientifique ne nous semble pas heureux. Nous concevons fort bien que l'on donne à un terrain ou à une formation le nom de quelque chaîne ou de quelque groupe de montagnes ou d'une région physique, parce qu'il y a une relation naturelle d'idées entre une chaîne, un groupe de montagnes, une région physique et la nature des roches qui y dominent. Mais donner un nom historique à un terrain ou à une formation géologique, nous semble une marche peu conforme à la ligne logique que l'on doit suivre dans la création des noms scientifiques. Quel rapport d'idées y a-t-il en effet entre le calcaire à Trilobites des environs de Dudley ou le grès de Caradoc, par exemple, et le pays des *Silures*, ancien peuple de la principauté de Galles dont Tacite nous a conservé le nom [1], parce que, sous le commandement d'un petit roi nommé Caractacus, il résista pendant neuf ans aux Romains il y a dix-huit siècles? Quel rapport y a-t-il entre les schistes du mont Snowdon et le pays des *Cambres* (qu'il serait mieux d'appeler *Kymri*), peuple d'origine celtique, l'un des plus anciens qui aient fondé des colonies dans la Grande-Bretagne?

Si MM. Murchison et Sedgwick avaient donné un nom de montagne à chacun de leurs systèmes de roches; si, par exemple, le premier avait, au lieu de son *système silurien,* proposé le nom de *système caradocien;* si le second, au lieu de son *système cambrien*, avait appelé le même groupe *système snowdonien :* ces deux noms que nous indiquons sans y attacher aucune importance d'après les monts *Caradoc* et *Snowdon*, seraient au moins en rapport avec d'autres noms adoptés dans la science tels que ceux de *Jurassique* et de *Vosgien*, et indiqueraient deux points géographiques précis où se présentent les roches des deux systèmes ou des deux formations que l'on se proposait de distinguer par des noms précis et nouveaux.

C'est à regret que nous voyons en Angleterre des savans d'un mérite supérieur, considérer la science sous un point de vue pour ainsi dire exclusif et même un peu mesquin, en rattachant toute la géologie à leur île, sans songer aux rapports que les *terrains* ou les *formations* peuvent y avoir avec les mêmes divisions géologiques qui se présentent sur le conti-

[1] Annales, c. 12, 33, 57.

nent : de là vient que dans des tableaux ou dans des traités assez récens qui ont été publiés en Angleterre, et qui avaient pour but de présenter la série générale des terrains, quelques-uns de ceux-ci ont été complétement omis, soit parce qu'en Angleterre ils ne se présentent pas, soit que les géologistes anglais aient négligé de chercher dans leur île les analogues de certains dépôts du continent. Voilà pourquoi probablement deux savans dirigés par un esprit, à la vérité national, mais par cela même exclusif, ont proposé des noms qui ne se rapportent qu'à l'histoire de leur pays, sans s'inquiéter si ces noms seraient bien choisis pour désigner deux formations importantes que l'on connaît dans diverses contrées du globe.

Si dans d'autres pays où le nom des *Silures* et des *Kymri* offre peu d'intérêt, on suit l'exemple offert en Angleterre en donnant aux formations que l'on y observe le nom d'un ancien peuple, plus ou moins célèbre dans la contrée, il en résultera peut-être, tôt ou tard, que l'on pourra apprendre et enseigner l'histoire en même temps que la géologie; mais nous ne voyons pas ce que cette science pourra y gagner.

Bien que nous n'admettions pas les dénominations proposées par MM. Murchison et Sedgwick, nous considérons comme utiles les deux divisions qu'elles indiquent; ces divisions sont même essentielles pour l'étude du terrain dont elles font partie, et qui est très-développé en Angleterre. Déjà connu dans la science sous le nom d'*ardoisier*, ce terrain nous semble aussi bien mériter celui de *terrain schisteux*, que lui a donné M. Rozet, et que nous lui conservons. Les deux systèmes de MM. Murchison et Sedgwick seront pour nous deux formations auxquelles nous donnerons, à cause des deux montagnes où ces savans les ont particulièrement étudiées, les dénominations de *Caradocienne* et *Snowdonienne*.

Le terrain schisteux que nous allons examiner se lie à sa partie supérieure au terrain carbonifère par ses roches arénacées et schisteuses et par la présence du carbone qui y est même souvent assez abondant pour que l'on puisse y exploiter, non-seulement de l'anthracite, mais même de la houille. Il présente les caractères de différents dépôts formés par voie de sédiment, soit par la nature et la texture des roches qui le composent, soit par sa stratification qui est toujours distincte; et ce sont principalement ces caractères qui servent à le distinguer des roches cristallines, telles que les

granites, les syénites et autres, sur lesquelles il repose et avec lesquelles il se lie intimement; car cette liaison se manifeste par la tendance de quelques-unes de ses roches siliceuses à se transformer en quarzites, c'est-à-dire à perdre complétement la texture qui indique une origine sédimentaire pour prendre celle qui convient aux roches formées par voie de précipitation chimique.

Il se compose de schistes argileux qui présentent souvent les mêmes caractères que ceux des dépôts cristallins inférieurs, et qui se lient aux gneiss et aux micaschistes; de *mimophyres* et de *psammites*, compris en Allemagne et en Angleterre sous la dénomination de *Grauwackes;* de calcaires en bancs ou masses subordonnées dont la texture varie depuis la texture laminaire jusqu'à la texture compacte; de roches quarzeuses qui se présentent sous la forme de *Lydiennes* ou *Phtanites* et de *Quarzites;* enfin de roches feldspathiques telles que des *Leptynites.*

FORMATION CARADOCIENNE
ou *Silurienne.*

Comprenant :
- Le système silurien (*silurian system*), de M. Murchison;
- Le groupe de la grauwacke, de M. de la Bèche;
- Le *Transition limestone*, le *Grauwacke limestone*, et l'*Upper grauwacke* des Anglais;
- Le *Transition system*. Idem.
- L'*Uebergangs-kalkstein*, des Allemands;
- Une partie du terrain de traumate, de M. d'Aubuisson de Voisins;
- La grauwacke schistoïde et le schiste traumatique, du même auteur;
- Le *Grauwacke-schiefer*, des Allemands;
- Le *Grauwacke slate*, des Anglais;
- La formation de la grauwacke ancienne, ou simplement des grauwackes de M. A. Boué.

Cette formation qui comprend en Angleterre les roches des monts Caradoc dans le Schropshire et qui constitue en grande partie les sommités du Harz, motif qui autoriserait à lui donner le nom de cet important groupe de montagnes, se compose en général, de schistes argileux et talqueux, de calcaires compactes, coquillers, saccharoïdes et dolomitiques, d'ampélite ou schiste carbonifère, de grès quarzeux, de mimophyre, d'anagénites, de couches de houille et d'anthracite, et quelquefois de silex cornés. Elle est

remarquable par les alternances multipliées que ces différentes roches présentent entre elles ; mais ce qui la distingue le plus, c'est l'abondance des couches de roches de sédimens quarzeux qui se composent principalement de mimophyre, de psammites et d'anagénite, et que les Allemands confondent sous la dénomination de *Grauwackes*. Voilà pourquoi M. Daubuisson de Voisins, qui n'a pas voulu employer dans une nomenclature française le nom de Grauwacke, l'a remplacé par celui de *Traumate* qui désigne une roche fragmentaire[1], parce que cette roche caractérise en effet la formation.

M. Murchison a divisé cette formation en deux étages. Il nomme le supérieur, *roches siluriennes supérieures* (*Upper silurian rocks*), et l'inférieur, *roches siluriennes inférieures* (*Lower silurian rocks*). Il les partage ensuite en quatre groupes. (*Pl.* 24, *fig.* 2.)

ÉTAGE SUPÉRIEUR.

Nous diviserons cet étage fort bien caractérisé aux environs de Ludlow dans le Shropshire et de Dudley dans le Worcestershire, en deux groupes : le supérieur qui comprend les *roches de Ludlow* (*Ludlow rock*), et l'inférieur qui se compose des *calcaires de Wenlock et de Dudley* (*Wenlock and Dudley limestone*).

Les anagénites, sortes de grès à gros grains, et les psammites de cet étage, prennent quelquefois une teinte rouge au milieu d'autres couches, dont la couleur habituelle est le gris et le brun, comme dans le Devonshire, le Pembrokeshire, etc. Alors, ainsi que le fait observer M. de la Bèche, il est difficile de distinguer ces roches de celles de la formation du grès rouge ancien, auquel d'ailleurs elles passent par des degrés insensibles.

GROUPE SUPÉRIEUR. Ce groupe que M. Murchison divise en trois assises, se compose principalement de roches arénacées, c'est-à-dire de ces *grauwakes* ou *psammites*, grès légèrement micacés, accompagnés de calcaires, d'argiles schisteuses, et de schistes ardoisiers.

Upper Ludlow rocks ou *roches supérieures de Ludlow*. Aux environs de Ludlow, les psammites qui constituent la partie supérieure du groupe sont grisâtres, très-argileux, souvent imprégnés de calcaire. Les couches sont minces et les fossiles fort abondans ; un des plus caractéristiques de

[1] Du grec θραυσμα, fragment.

ceux-ci, est un *productus* ou *leptæna*, qui avait des épines à la charnière et les autres sont de petites *lingules*, qui se trouvent à la jonction de ces psammites avec le vieux grès rouge; d'autres encore sont des orbicules, des avicules, des cypricardes, des orthocères et un nouveau genre de trilobite que M. Murchison a nommé *homonolotus*.

Pentamerus limestone ou *calcaire à pentamères*, appelé aussi *Aymestry limestone*. L'assise moyenne consiste en un calcaire dur, argileux, dont la couleur est tantôt le gris et tantôt le bleuâtre comme à Aymestry et à Sedgeley, et qui renferme des nodules d'un calcaire plus compacte, dont la texture est souvent semi-cristalline. Il est entièrement pétri, dit M. de Verneuil, de cette espèce de térébratule décrite par Sowerby, sous le nom de *Pentamerus Knightii*. Ce fossile est limité à l'assise moyenne du groupe supérieur : ce qui lui a valu le nom de *calcaire à pentamères*; on ne le retrouve dans aucun autre groupe de la formation. Les autres fossiles plus rares sont une espèce de Lingule, la *Terebratula Wilsoni*, le *Pileopsis vetustus*, un *Bellerophe*, etc.

Lower Ludlow rocks ou *roches inférieures de Ludlow*. Cette assise offre quelque analogie avec l'assise supérieure: elle se compose d'argiles schisteuses (*shale*) et sableuses, noirâtres, en lits minces, et d'espèces de schistes (*flag*) d'un rouge foncé et brun, avec des concrétions de calcaire argileux. Parmi les fossiles de cette assise, on remarque, dit M. de Verneuil, une espèce de Pleurotomaire, l'*Orthoceras spiriformis*, un Nautile, une Lituite, un nouveau genre de cloisonné que M. Murchison appelle *Phragmoceras*, des graphtolithes et quelques fragmens de poissons.

Groupe inférieur. Ce groupe peut se diviser en deux assises, dont la supérieure se compose de calcaire, et l'inférieure d'argile schisteuse, passant à une sorte de schiste.

Wenlock and Dudley limestone ou *calcaire de Wenlock* et de *Dudley*. Cette assise est formée d'un calcaire plus ou moins argileux, tantôt subcristallin, tantôt concrétionné, souvent même compacte, d'une structure fréquemment fissile et quelquefois feuilletée. Sa couleur varie du gris bleuâtre ou noirâtre, au gris clair. Ses couches quelquefois très-régulières dans leur épaisseur ont ordinairement 4 à 5 pouces, et sont séparées par des lits argileux. D'autres fois sa stratification devient très-confuse et très-difficile à reconnaître.

Ce calcaire est fort riche en fossiles : il abonde en Poly-

piers, en Térébratules, et surtout en Trilobites, en Calymènes et en Asaphes.

Wenlock and Dudley shale ou *argile schisteuse de Wenlock et de Dudley*. Cette assise se compose d'argile schisteuse, d'un rouge foncé ou brun, rarement micacée, contenant des noyaux ou des concrétions de calcaire argileux. Elle renferme les mêmes fossiles que l'assise supérieure.

ÉTAGE INFÉRIEUR.

Nous diviserons aussi l'étage inférieur en deux groupes : le supérieur qui comprend le *grès de* Caradoc (*Caradoc sandstone*), et l'inférieur qui se compose des *schistes de Builth et de Llandeilo* (*Bluilth and Llandeilo flags*).

GROUPE SUPÉRIEUR. Ce groupe composé de calcaires, de psammites, de grès grossier et de gravier, dont les couches s'appuient sur les flancs des monts Caradoc, principalement formés de porphyre syénitique, et qui sont exploités près d'Horderley et des collines de May-Hill, présente deux assises assez distinctes, bien qu'elles forment la masse appelée *Grès de Caradoc*.

Assise supérieure. Cette assise que l'on pourrait peut-être nommer *roches de Woolhope* et *de Caradoc* (*Woolhope and Caradoc rocks*) est formée de calcaire que les Anglais nomment *Woolhope limestone* et de grès de Caradoc, grès argileux, quelquefois carbonifères, qui tous ont une structure fissile et dont quelques-uns sont légèrement micacés. Leur couleur varie du verdâtre au brun et au rougeâtre.

Les couches de cette assise abondent en fossiles parmi lesquels on remarque un *Asaphus* dont la queue est aussi longue que le corps et qui est d'une espèce différente de l'*Asaphus caudatus*.

Assise inférieure. Sous les grès carbonifères se présente un ensemble de couches de grès plus ou moins grossier, de gravier quarzeux, de calcaire quarzeux et graveleux, de calcaire dur et cristallin (*Horderley limestone*), qui s'étendent irrégulièrement au milieu de cet ensemble, enfin de masses de quarzites qui forment la base de toutes ces couches. Les grès sont rouges ou verts et en bancs assez épais; les calcaires sont blanchâtres. Les quarzites qui ne paraissent être que les grès de cette assise, modifiés par le contact des roches ignées du mont Caradoc, sont très-durs et ont perdu toute

apparence de stratification. Quelquefois ils ne présentent qu'un amas de cristaux de quarz. Les carriers les appellent *stiperstone* ou *sharpstone*. Ils ne renferment point de fossiles, mais les couches supérieures en contiennent beaucoup : ce sont en général des *Crinoïdes*, de petites *Pentamères*, *des Bellerophes*, etc.

Peut-être pourrait-on désigner cette assise sous le nom de *Roches de Cardington* (*Cardington rocks*), parce que c'est près de Cardington que l'on voit les grès qui y dominent se transformer en quarzites.

Groupe inférieur. Ce groupe pourraît être divisé en deux assises : la supérieure principalement composée de schistes calcarifères (*calcareous flags*); et l'inférieure formant une masse de schistes (*flags*) bruns, souvent calcarifères alternant avec des grès et des schistes noirs.

La plupart des fossiles de ce groupe ne se trouvent pas dans les groupes qui lui sont supérieurs : ce sont principalement des Trilobites, des Agnostes et l'*Asaphus Buchii*.

Près de Bideford, dans le comté de Devon, l'étage inférieur comprend des schistes anthraxifères qui s'étendent pendant trois ou quatre lieues de l'est à l'ouest.

Les quatre groupes qui composent les deux étages de la formation caradocienne atteignent en Angleterre une puissance considérable, ainsi qu'on pourra le voir dans les tableaux relatifs à cette formation.

Après avoir présenté un aperçu des deux étages de la formation caradocienne, il nous suffira, pour en donner une idée plus exacte, de faire voir ce qu'elle offre de plus remarquable dans les principales contrées où elle est bien développée.

FORMATION CARADOCIENNE OU SILURIENNE.

En Irlande.

La végétation qui couvrait les diverses parties du globe à l'époque où se déposaient les roches de la formation caradocienne, paraît avoir été à peu près la même que celle qui s'est développée pendant que se formait le terrain carbonifère. « On savait depuis long-temps, dit M. de la Bèche, qu'il existait de l'anthracite dans la Grauwacke du nord du Devonshire ; mais jusqu'aux recherches de M. Weaver dans le sud de l'Irlande, ce fait n'a pas été apprécié à sa juste valeur : avant cette époque, on ne croyait pas que des dépôts char-

bonneux, d'une étendue considérable, pussent former une partie du *groupe de la Grauwacke.* » Ce savant a fait reconnaître que tout le combustible de la province de Munster, excepté celui du comté de Clare, doit être rapporté à cette époque; que dans les environs de Killarney et au nord de Tralée, des lits peu épais d'anthracite dont l'inclinaison varie depuis 70 degrés jusqu'à la verticale, se trouvent encaissés dans le psammite et le schiste argileux; que le même dépôt existe aussi dans le comté de Limerick, sur la rive gauche du Shannon, au nord d'Abbyfeale et à Loghill; mais que le comté où cet ancien dépôt de combustible est le plus développé, est celui de Cork, particulièrement près de Kanturk où il s'étend depuis le nord du Blackwater jusqu'à l'Allow.

Dans cette dernière localité, l'anthracite alterne avec des couches de schistes souvent très-pyriteux, avec des psammites schisteux et grossiers, avec des grès quarzeux passant au quarzite, et avec des calcaires à trilobites.

Ces diverses roches présentent en abondance des impressions végétales qui appartiennent principalement aux *Equisetum* et aux *Calamites*, avec des traces de *Fucoïdes*[1].

Les exploitations d'anthracite près de Kanturk sont considérables; les mines de Drouagh en fournissent annuellement 250,000 quintaux métriques.

FORMATION CARADOCIENNE OU SILURIENNE.

En France.

Dans le département de Maine-et-Loire, les houillères de Saint-George-Chatellaison et de Mont-Jean que nous avons eu occasion de visiter; celles de La Haye-Longue et d'Ardenaye, dans le même département; et dans celui de la Loire-Inférieure, celles de Languin, de Monreil, de Montrelais et de Nord, sont aussi dans la formation caradocienne. Ce fait très-curieux, en ce qu'on ne soupçonait point l'existence de la houille dans uneformation si ancienne, avait, dès 1808, été signalé comme probable par M. Cordier, qui dans un mémoire relatif aux mines de Saint-George-Chatellaison, fit pressentir qu'il faudrait un jour distinguer cette exploitation de celles de la formation houillère, pour la placer dans le terrain de transition. Depuis cette époque, M. Virlet,

[1] Weaver, *Prooceedings of the Geological Society*, 4 juin 1830.

qui a été attaché en qualité d'ingénieur directeur aux mines de Saint-George et de Concourçon, et M. Dufrénoy, se sont confirmés dans cette opinion. Le premier a même, en 1832, annoncé à la Société géologique de France, les motifs sur lesquels il lui paraissait que cette opinion devait être fondée, motifs que nous avons été à portée d'apprécier sur les lieux, et dont nous exposerons les principaux, parce qu'ils nous serviront à faire connaître les caractères de la formation caradocienne dans le bassin de la Loire.

Les roches que l'on remarque dans les localités que nous venons de citer, sont en effet très-différentes de celles de la formation houillère : on y trouve, comme le dit M. Virlet, associées avec des grès tout particuliers et des agglomérats à ciment siliceux et serpentineux, des roches cristallines et feldspathiques; ce sont comme à Soulangé, des *pétrosilex*, des *schistes talqueux verdâtres*, quelquefois très-feldspathiques, supérieurs à des couches carbonifères et des quarzites avec des pétrosilex schistoïdes, qui couronnent toute la formation. Ces roches n'occupent point un bassin comme dans la formation houillère; elles sont subordonnées au terrain schisteux et constituent un dépôt continu comme celui-ci. Du reste, il est impossible de les séparer des calcaires et des schistes argileux verdâtres et rougeâtres du terrain schisteux sur lesquels elles reposent, et qui d'ailleurs deviennent insensiblement carbonifères comme aux Verchés, où ils contiennent déjà un peu de charbon. Ces calcaires sont évidemment les mêmes, que les calcaires anthraxifères à grands zoophytes de Sablé dans le département de la Sarthe. Enfin, ce qui prouve bien que le dépôt carbonifère de Saint-George-Chatellaison est plus ancien que la formation houillère et appartient bien au terrain schisteux, c'est qu'il a été disloqué avant que le dépôt houiller ne se soit formé : ainsi, à Minières, entre Doué et Concourçon, on remarque un petit bassin houiller qui repose en stratification discordante au-dessus des roches du dépôt carbonifère de Saint-George. Les roches de Minières sont semblables à celles de la formation houillère en général; leur inclinaison est à peine de 25 à 30 degrés, tandis que celles de Saint-George, ainsi que nous l'avons déjà dit, sont totalement différentes et sont presque verticales avec inclinaison vers le nord.

Le grès que l'on remarque sur les hauteurs de la forêt d'Ecouve, en Bretagne, et qui, suivant M. Boblaye, s'étend à partir de là jusqu'aux extrémités du Morbihan,

appartient à l'étage inférieur de la formation caradocienne. C'est l'équivalent du grès de Caradoc des Anglais.

Les couches supérieures à ce grès présentent sur une épaisseur de 200 mètres, des psammites très-fins et très-minces. Leur aspect général est celui d'une roche rubannée grise et bleuâtre ; on voit sur un décimètre d'épaisseur plus de cinquante zones qui indiquent autant de lits. Cette roche est considérée comme très-caractéristique dans la France occidentale.

Plus bas, en atteignant la forêt d'Ecouve, on remarque des grès tabulaires, micacés, et souvent contenant du kaolin, puis des psammites de diverses variétés. Ces couches représentent assez exactement les *Llandeilo-flags* de M. Murchison.

Plus bas encore, s'étend un groupe schisteux, contenant des Calimènes de Tristan et des Asaphes. M. Boblaye y a trouvé du fer aluminaté oolithique que remplace quelquefois l'oligiste.

Sur ce grès, on voit s'appuyer, dans diverses localités de la Bretagne, le schiste mâclifère, c'est-à-dire contenant une grande quantité de cristaux de la substance minérale appelée *mâcle*. Ainsi cette roche appartient à l'étage supérieur de la formation caradocienne. On voit, dit M. Boblaye, au hameau de Saint-Barthélemy, que le schiste mâclifère n'est qu'une modification du schiste ardoisier que l'on exploite près de là à Saint-James. Ce fait prouve encore que cette roche appartient aussi à l'étage supérieur de la formation.

Les environs de Rennes offrent plusieurs exemples de roches qui appartiennent au même étage, dans cette réunion de psammites et de schistes argileux que l'on y voit se succéder. Les schistes y sont en général feuilletés et tendres presque comme de l'argile. Suivant M. Boblaye, ils couvrent toute la campagne de Rennes, en se dirigeant à peu près de l'est à l'ouest.

La partie occidentale de la Bretagne comprend aussi des dépôts importans qui appartiennent à la formation dont nous nous occupons. Les deux versans de la chaîne des montagnes Noires présentent, en stratification discordante, au-dessus de la formation inférieure du terrain schisteux, ces schistes argileux, d'un gris bleuâtre, avec empreintes végétales, et des grès gris ou gris rougeâtres contenant des fossiles. Ces roches appartiennent à la formation caradocienne.

Les mines de plomb exploitées à Poullaouen ou au Huelgoat dépendent aussi de cette formation. Le filon d'Huelgoat, dit M. Paillette, est renfermé dans une montagne assez élevée, dont le flanc septentrional est composé de schistes argileux sensiblement dirigés de l'est à l'ouest, avec une pente au sud qui varie de 50 à 70 degrés. Ces schistes renferment de la laumonite, dans la bande qui se rapproche des schistes mâclifères; ils sont accompagnés de schistes alumineux et de schistes graphiteux à empreintes végétales. Le filon court à travers ces roches dans la direction générale sud, 30 degrés à 40 degrés est, et suivant une inclinaison à l'est de 70 degrés. Il ne suit pas une ligne rigoureusement droite.

Dans les environs de Morlaix, on voit à la base de la formation snowdonienne, dont les roches sont fortement inclinées, dit M. Paillette, les schistes et les grès caradociens ou siluriens reposer en stratification discordante : ils n'ont qu'une faible inclinaison, et sont même souvent horizontaux. Les grès constituent l'étage supérieur : ils sont blancs, ou gris clair, ou gris enfumé, ou rougeâtres. Le peroxide de fer y est souvent fort abondant. Au-dessous de ce grès paraissent les schistes : ceux-ci ont généralement une teinte noirâtre, et sont chargés aussi de peroxide de fer [1].

La Normandie offre, comme la Bretagne, un ensemble de roches qui appartiennent à la formation caradocienne. L'étage supérieur de cette formation paraît être représenté, dans le département de la Manche, par des grès, des schistes et des calcaires. Les premières de ces roches, que M. de Caumont a appelées *grès intermédiaires*, sont en général supérieures aux schistes; quelquefois elles alternent et se confondent avec eux. Ces grès présentent plusieurs modifications remarquables; ils sont souvent rougeâtres, mais plus généralement d'un gris brun, très-ferrugineux, légèrement micacés, et presque aussi compactes que le quarz grenu; presque toujours ils sont schisteux, et tendent à se diviser en plaquettes. Les couches supérieures, dit M. de Caumont, deviennent blanchâtres et alternent avec une argile de même couleur, tandis que la partie inférieure présente des schistes très-argileux, micacés et fragiles, tantôt bruns, tantôt jaunâtres. Ce grès est coquiller, et renferme des filons de plomb sulfuré.

Quelquefois, comme dans la commune de la Pernelle, le

[1] Examen de quelques faits géologiques observés dans la partie occidentale de l'ancienne province de Bretagne, par M. Paillette.

grès se présente sous forme de poudingue, dont les galets quarzeux sont réunis par une pâte plus ou moins feldspathique. La barytine s'y trouve en filons ou disséminée dans la masse.

Le grès du même étage se présente aussi à la Hague, aux environs de Cherbourg, près de Valognes et de la Pernelle, avec des caractères différens de ceux que nous venons d'indiquer. Il est formé de grains de quarz et de feldspath réunis. La grosseur des grains varie, et le grès est tantôt blanchâtre, tantôt rose et rougeâtre. Quelquefois il se désagrège facilement, et fournit un sable connu dans le pays sous le nom de *gradille*.

Un quarz grenu alterne avec le grès quarzeux feldspathique et les schistes appelés *phyllades*. Il est très-répandu dans l'arrondissement de Cherbourg, aux environs de Valognes et de Coutances. Ce quarz contient des filons de barytine, du carbonate de cuivre, et des cristaux de quarz hyalin qui se groupent en masses rayonnées.

Les schistes sont quelquefois assez durs, assez compactes pour mériter la dénomination de *grès phylladifères;* ils présentent une tendance marquée à passer aux psammites. Leur couleur est le gris verdâtre ou le gris terne, passant très-fréquemment au brun ferrugineux. Ils offrent fréquemment, dit M. de Caumont, des surfaces bosselées, luisantes, comme bronzées, et souvent aussi rougeâtres. Ils renferment des empreintes végétales très-nombreuses, ainsi que des *productus*, des *spirifer*, des *trilobites*, que l'on retrouve également dans le grès.

On remarque quelquefois dans ces schistes l'ampélite graphique, ou la pierre noire des charpentiers; mais on y a fait des recherches inutiles pour y trouver des couches de combustible.

Le calcaire inférieur aux roches que nous venons de décrire paraît être l'analogue de celui de Dudley, en Angleterre: il doit donc appartenir au même étage. Il occupe la partie septentrionale du département de la Manche, où on l'exploite comme marbre.

Ce calcaire offre, dit M. de Caumont, une pâte compacte, d'un gris noirâtre, dans laquelle on remarque des veinules ou marbrures plus ou moins nombreuses de spath calcaire blanc. Quelquefois, mais plus rarement, il prend, vers la surface, la teinte gris pâle. « Il est constamment associé avec des grès et des schistes argileux; il s'enfonce souvent au-dessous de ces roches, et se trouve en quelque sorte inter-

calé au milieu d'elles, où il ne forme guère qu'un système subordonné. Il résulte de ce recouvrement assez habituel du marbre par les roches schisteuses et par le grès, que c'est en général dans les vallées ou sur les pentes des coteaux que ces couches calcaires se montrent à nu. Quelquefois elles sont assez épaisses et presque en contact les unes avec les autres; mais plus souvent elles alternent avec des schistes bruns plus ou moins développés, et se fondent même avec eux, de telle sorte que les strates de marbre et les strates de schiste se trouvent soudés, et passent des uns aux autres par une sorte de dégradation. »

Le marbre du Cotentin renferme du minerai de plomb, qui, à différentes époques, a été exploité.

Les fossiles qu'il contient sont les mêmes que ceux que l'on trouve dans le grès : la plupart sont analogues à ceux du calcaire de Dudley [1].

Dans le département du Calvados, la formation caradocienne est représentée par des calcaires, des psammites et des schistes phyllades.

Le calcaire est compacte et parfois cristallin; sa couleur est tantôt le gris tirant sur le bleu, tantôt le gris passant au jaunâtre, tantôt le noirâtre, et enfin le rougeâtre nuancé de jaune et de rose. C'est cette roche que M de Caumont a décrite sous le nom de *calcaire-marbre*. Ses strates, dont le nombre et l'épaisseur varient, dit-il, beaucoup, sont le plus souvent en contact les uns avec les autres; quelquefois ils alternent avec des schistes argileux, au milieu desquels on les voit se fondre et disparaître.

Les schistes et les psammites que l'on remarque dans le même département, au-dessous du vieux grès rouge, appartiennent à la même formation que le marbre qui, dans plusieurs localités, les supporte. Très-variés dans leur couleur et leur texture, ces schistes et ces psammites qui passent des uns aux autres, ont généralement une pâte argileuse peu solide, et d'un gris tirant sur le verdâtre. Ils offrent une sorte de clivage rhomboédrique par suite de fissures qui se croisent à leur surface. Enfin ils prennent quelquefois une teinte rouge.

Les schistes proprement dits présentent de nombreuses variétés depuis le schiste ardoisier et le schiste argileux qui est jaunâtre, jusqu'au schiste noduleux et au schiste arénifère, qui passe au psammite.

[1] Distribution géographique des roches dans le département de la Manche, par M. de Caumont.



Le psammite offre aussi plusieurs variétés, depuis le compacte, jusqu'au psammite à texture arénacée plus ou moins grossière.

Il y a même une telle liaison entre les psammites et les gneiss mâclifères, qu'il est impossible, dit M. de Caumont, de tracer entre eux des limites précises.

Les fossiles qu'ils renferment sont des végétaux et des trilobites du genre Calimène.

Les filons de quarz hyalin ne sont pas rares dans le psammite ; le fer sulfuré s'y rencontre aussi fréquemment. Dans le schiste ardoisier, on découvre quelquefois de l'argent natif en grains, de la grosseur d'un plomb de chasse jusqu'à celle d'une balle de fusil.

M. Leymerie a signalé dans le département du Rhône un ensemble de roches qui représente assez exactement la formation caradocienne, ou le système silurien de l'Angleterre.

Cet ensemble forme une bande ou zone morcelée, dirigée, dit-il, à peu près du sud au nord, et couvrant une partie des deux versans de la chaîne qui sépare la Saône de la Loire. Cette bande paraît prendre naissance vers Joux et Tarare, et se prolonge dans la direction du nord jusqu'à la limite du département. Elle se compose de grauwackes ou psammites, de schistes et de calcaire.

Dans les grauwackes, on remarque des conglomérats grossiers à galets ou fragmens gros et moyens ; des grès à gros et petits grains, composés de quarz, de calcaire, de schiste, d'eurite, etc. ; des grès fins micacés ou psammites, ou bien talqueux, et passant au véritable schiste ; des roches porphyroïdes ressemblant au porphyre à petits cristaux, mais passant d'une manière insensible à des roches conglomérées ou arénacées. Aucune de ces roches ne présente des traces de corps organisés.

Les schistes, tantôt argileux et quelquefois talqueux, tantôt chloriteux et amphiboliques, sont ordinairement verts. Les uns sont fissiles, et se divisent facilement en plaques couvertes d'un enduit brun ; les autres sont massifs et prennent la texture de la *wacke* proprement dite, ou devenant compactes et translucides sur les bords, ils semblent passer à une variété d'eurite. On trouve dans les fissures du schiste, du calcaire spathique ; la roche elle-même est quelquefois un peu calcarifère.

Le calcaire est bitumineux, lamellaire ou semi-compacte, noir, tirant un peu sur le bleu, et coupé dans tous les sens

par de nombreuses veines de spath calcaire blanc. La ville de Thizy est bâtie sur un mamelon de ce calcaire. Il forme, dit M. Leymerie, des couches de médiocre épaisseur, associées à d'autres couches plus minces et plus ou moins argileuses. On y trouve des *polypiers*, des *encrines*, des *térébratules*, etc., qui lui donnent, suivant l'opinion de M. Buckland, les plus grands rapports avec le calcaire de Dudley, bien qu'on n'y ait point encore trouvé les trilobites qui abondent dans cette dernière roche.

Les diverses variétés de grès, dits grauwackes et de psammites, les schistes et le calcaire alternent ensemble; mais cette dernière roche alterne avec le grès, et forme même une masse continue entre le massif de grès et de schistes.

Dans les grès porphyroïdes et schisteux, on trouve des veines d'un charbon anthraciteux, quelquefois aussi pyriteux et bitumineux que la houille. Les grès et les schistes qui l'accompagnent présentent quelques empreintes végétales brisées [1].

Près de Bully, à quelques lieues de Roanne, dans le département de la Loire, il existe une exploitation d'anthracite, dite de Fragny, qui nous paraît appartenir à l'étage inférieur de la formation caradocienne. Au-dessus de plusieurs couches d'un conglomérat que nous considérons comme un représentant du vieux grès rouge, ou de notre *formation paléopsammérythrique* reposent, suivant M. Héricart de Thury, des schistes phyllades noirs alternant d'abord avec des calcaires noirs, compactes, carbonifères, auxquels succèdent des phyllades ou schistes argileux, et des calcaires noirâtres ou bleuâtres saccharoïdes, et coquillers coupés de veinules spathiques blanches. « Ce calcaire est dur, susceptible de poli; on pourrait l'employer comme marbre; mais dans le pays il n'a d'autre emploi que pour la chaux. Il contient des entroques, des caryophillites, des bélemnites, des ammonites, etc. » On trouve ces couches sur les deux rives de la Loire, à différentes hauteurs, mais plus particulièrement sur la rive droite où on les exploite sur le bord du chemin qui monte aux ruines de la tour du Verdier. « Sur la rive gauche on trouve également les schistes phyllades et le calcaire carbonifère compacte sur les conglomérats ou poudingues schisteux du pied jusqu'au sommet de la montagne,

[1] Notice sur le terrain de transition du département du Rhône et des parties adjacentes du département de la Loire (non compris le terrain houiller).



autour des ruines de la vieille tour de la chapelle du Chantois. »

« Ils sont dirigés nord et sud, et très-irréguliers dans leur manière d'être, mais cependant avec une inclinaison assez constante vers l'ouest. »

M. Dufrénoy qui a reconnu ce même calcaire dans la chaîne d'entre Saône-et-Loire, à Regny près Thizy, et aux environs de la Clayette, le rapporte au terrain de transition et M. Héricart de Thury au *carboniferous limestone* des Anglais.

Cependant s'il est permis de douter que ce sont bien des bélemnites qui se trouvent dans le calcaire de Fragny, et que ce ne sont pas des fragmens d'Orthocères, nous dirons que l'un des motifs qui nous portent à le considérer comme appartenant à la formation caradocienne, c'est que M. Dufrénoy a reconnu le même calcaire près de Thizy, et que nous avons vu plus haut que le calcaire de Thizy appartient à la formation caradocienne.

Les puits percés aux environs de Fragny n'ont encore fait connaître que l'existence d'une seule couche de combustible, dirigée du sud au nord avec une inclinaison de 45 degrés à l'ouest, et de 55 à 60 centimètres d'épaisseur. Elle se compose de trois veines distinctes séparées par des lits de schistes et de grès.

Le combustible de Bully, Fragny et des environs, dit M. Héricart de Thury, est bien de l'anthracite ou de la houille maigre, sèche et sans bitume. Il est d'un noir brillant et très-éclatant, et brûle sans flamme et sans fumée [1].

La formation caradocienne se présente aussi dans les Vosges avec des dépôts carbonifères, comme sur les bords inférieurs de la Loire. M. Elie de Beaumont l'a signalée dans la vallée de Thann, où nous l'avons également observée. Elle se présente aussi sur plusieurs points autour de Thann, tels que Massevaux, Giromagny et Faucogney, d'un côté, et de l'autre Saint-Amarin, Cerney et Guebwiller : c'est-à-dire qu'elle comprend l'extrémité méridionale des Vosges ; tandis qu'au nord de ces localités, à plus de soixante lieues de Thann, elle reparaît aux environs de Schirmeck : en sorte qu'elle constitue les plus hauts sommets des Vosges.

[1] Notice géologique sur le défilé des roches de la Loire, entre Feurs et Roanne, et sur les mines d'anthracite de Fragny, commune de Bully ; par M. Héricart de Thury. — *Annales des mines*, t. XII, p. 48.

Le département des Ardennes présente dans un grand développement la formation caradocienne ; M. Buckland y a même reconnu quelques-unes des divisions du système silurien de M. Murchison : nous allons en citer quelques exemples.

Entre Vireux et Givet, des calcaires d'abord nodulaires, puis schisteux, et enfin se présentant en une masse avec une texture sublamellaire et une couleur bleue, près de Givet où on l'exploite comme marbre, paraissent se rapporter à l'*étage supérieur* de la formation, et particulièrement au groupe inférieur qui comprend le calcaire de Wenlock et de Dudley.

On y a remarqué de la fluorine violette cristallisée. Parmi les corps organisés que renferme ce calcaire, on cite des *entroques*, des *térébratules*, et le *spirifer attenuatus*.

Près de Fepin se présentent des psammites rougeâtres, et entre ce village et Givet ces psammites alternent avec des poudingues et des schistes. M. Buckland a reconnu dans ces alternances la succession des couches qui constituent en Angleterre le groupe appelé *grès de caradoc* : ainsi voilà précisément dans les environs de Givet l'*étage inférieur* de la formation caradocienne.

FORMATION CARADOCIENNE OU SILURIENNE.

En Belgique.

La Belgique nous montre, dans le *terrain anthraxifère* de M. Dumont, l'étage supérieur du *système silurien* de M. Murchison.

M. Dumont divise son terrain anthraxifère en quatre systèmes ; mais le supérieur, composé essentiellement de calcaire, et qu'il nomme *système calcareux supérieur*, se rapportant au *mountain-limestone*, ainsi que nous l'avons déjà dit, ne doit point figurer ici. Les trois autres systèmes sont les suivans, auxquels nous conservons, pour plus de clarté, les dénominations que leur a données le géologiste belge.

Le *système quarzo-schisteux supérieur* est composé de psammites et de schistes. Il se rapporte assez bien aux *roches de Ludlow*, en Angleterre.

Le *système calcareux inférieur* peut se partager en deux étages : l'un de dolomie, et l'autre de calcaire. Il est assimilé aux roches de Plymouth et de Dudley ; il renferme, en

effet, une partie des fossiles qui caractérisent ces calcaires de l'Angleterre.

Le *système quarzo-schisteux inférieur*, qui se distingue par l'abondance et la variété des coquilles et des polypiers qu'il contient, et qui se rapporte aux schistes et aux grès du Caradoc, a été divisé par M. Dumont en trois étages, généralement caractérisés de la manière suivante :

L'*étage supérieur* comprend des schistes grisâtres, remplis de fossiles, et contenant souvent des noyaux ou des bancs de calcaire fossilifère. « Les roches schisteuses, dit M. Dumont, sont rarement remplacées par des roches quarzeuses, qui, dès-lors, sont aussi caractérisées par des fossiles. »

L'*étage moyen*, pauvre en débris organiques, a pour caractère de renfermer des psammites et des schistes rouges.

L'*étage inférieur* se compose de roches quarzeuses grisâtres ou jaunâtres, et quelquefois de roches schisteuses de la même couleur, principalement à la partie inférieure. Il ne contient pas de calcaire ni de fossiles, ou du moins ceux-ci y sont extrêmement rares : ce qui le distingue parfaitement de l'étage supérieur [1].

FORMATION CARADOCIENNE
OU SILURIENNE.

En Norvége, en Suède et en Espagne.

Norvége. — Nous croyons reconnaître les deux étages de cette formation dans la description que l'on doit à M. de Buch et à M. Al. Brongniart, des roches de la Scandinavie qui appartiennent aux terrains hémilysiens de ce dernier.

L'étage supérieur paraît se composer de plusieurs variétés de calcaires. Les uns sont blanchâtres, sublamellaires ou compactes fins ; les autres sont compactes, mais noirs, et renferment des lits ou des nodules de silex corné, et très-rarement des pétrifications, qui sont, dit M. Brongniart, ordinairement des entroques. Quelques-uns de ces calcaires sont à peine stratifiés, et contiennent de l'épidote, des grenats, etc., comme à Swangstrand, entre Drammen et Christiania. D'autres ont une texture sublamellaire, sont clairement stratifiés, et renferment des nodules épidotiques, comme aux environs de Christiania.

[1] Voyez les détails de cette formation *Pl.* 24, *fig.* 2.

Près de cette ville, le calcaire est noir, compacte, schistoïde, composé d'assises innombrables, alternant avec des phtanites, et enveloppant une multitude de nodules ovoïdes d'un autre calcaire.

Les poudingues quarzeux et les psammites d'un rouge foncé, alternant avec des lits de marne argileuse rougeâtre, que M. Al. Brongniart signale à Sundewold, au nord de Christiania, paraissent, selon nous, se rapporter aux conglomérats et aux grès d'Horderley, en Angleterre, où ils appartiennent à l'étage inférieur de la formation caradocienne.

Le calcaire noir de Saasen et d'Aggerselv est, suivant M. de Buch, pétri d'encrines, de peignes, de madrépores et d'orthocères qui ont plusieurs pieds de longueur. On y trouve, mais très-rarement, des ammonites.

Suède : île de Gottland. — Située dans la mer Baltique, à 20 lieues des côtes orientales de la Suède dont elle dépend, l'île de Gottland, longue d'environ 26 lieues et large de 12, peut être considérée comme un plateau calcaire de 80 à 130 pieds au-dessus du niveau de la mer; il y a quelques collines telles que le Hœgklint, qui a près de 200 pieds de hauteur, le Forsberg qui en a 183, et le Klinteberg 156. Dans plusieurs endroits les côtes sont coupées à pic et présentent des falaises et des escarpemens au bas desquels sont accumulés de gros blocs de calcaire.

L'île est formée de dépôts d'alluvions et de transport; de calcaire oolithique, de calcaire marneux et de grès inférieur à cette roche, constituant trois dépendances du terrain jurassique; et de calcaire à encrines, que M. Hisinger a assimilé au calcaire carbonifère, c'est-à-dire au *mountain-limestone* des Anglais, mais qui appartient selon nous à la formation caradocienne ou silurienne : ainsi que le prouve l'abondance des encrines.

Ce calcaire qui occupe les plus grandes parties de l'île, et qui l'a fait appeler par les géologistes suédois *calcaire de Gottland*, est en général d'un grain fin cristallin et assez brillant; sa texture devient ensuite grossière, c'est-à-dire à gros grains, et enfin compacte. Sa teinte est grisâtre, quelquefois bleuâtre, et quelquefois blanche. Le plus compacte est ordinairement blanc et un peu transparent sur les angles; il est parsemé de taches rouges et vertes et ne contient point de fossiles, tandis que les autres variétés en renferment un grand nombre, ainsi qu'on le verra dans les tableaux qui terminent ce chapitre.

Dans la colline appelée Klinteberg et dans plusieurs autres localités, le calcaire à encrines est entremêlé d'une marne d'un gris jaunâtre, qui forme des couches que l'on peut regarder comme les plus riches gisemens de fossiles que présente ce calcaire. Dans quelques localités les mêmes couches de marnes sont d'un gris bleuâtre.

La roche grenue bleuâtre, aussi bien que le calcaire blanchâtre mêlé d'argiles de Klinteberg, dit M. Hisinger, contiennent des traces de terre magnésienne, mais elle n'y est pas assez abondante pour que cette roche puisse être considérée comme une dolomie. A Hobourg un calcaire blanc et compacte recouvre une couche puissante de calcaire grisâtre et grenu, plus ou moins mêlé de grains de spath calcaire d'un rouge foncé. Là, ainsi qu'à Slitoë, on trouve des tiges d'encrines d'un rouge vif dont l'intérieur est rempli de calcaire marneux gris ou verdâtre.

Toute la masse calcaire est entrecoupée de fissures verticales de 2 pouces de large; ce sont ces fissures qui ont provoqué la chute des blocs qui couvrent le pied des falaises; ce sont elles aussi qui ont produit les grottes et les cavernes qui existent dans l'île. Ces fissures sont quelquefois remplies de cristaux de calcaire spathique; les petites cavités de la roche sont souvent tapissées de ces mêmes cristaux [1].

Espagne. — Suivant M. Schultz, la partie inférieure du terrain carbonifère, c'est-à-dire la formation caradocienne ou le système silurien, qui se compose de calcaire à encrines, de schiste argileux à grain fin, de grès, de quarzite, de marnes rouges, etc., occupe les deux tiers de la partie orientale des Asturies; la chaîne principale de cette province, limitrophe de celle de Léon, en est même formée, ainsi que plusieurs montagnes de l'intérieur. Les mêmes roches se montrent aussi dans quelques parties de plaines vers la côte d'Avilès, de Luanco et de Llanes. De nombreuses couches d'anthracite ou de houille que l'on y trouve ne sont point encore exploitées, non plus que les nids, les filons et les couches de divers minerais de cuivre qui existent dans le calcaire de cette formation, surtout la panabase ou le cuivre gris antimonial argentifère. Il y a aussi plusieurs filons de fer, d'oxide de cobalt et d'autres métaux.

[1] L'île de Gottland, décrite sous le rapport géognostique par W. Hisinger (*Kongl. vetenskaps-academiens Handlingar*). Stockholm 1826, 2e partie, p. 311.

FORMATION CARADOCIENNE OU SILURIENNE.

En Turquie.

Ce que, dans sa correspondance, M. Boué nous a appris des parties de la Turquie d'Europe qu'il a visitées, nous porte à croire qu'il existe en Servie les deux étages de la formation caradocienne. Il n'est pas toujours facile d'y distinguer deux groupes, dit-il; le plus ancien se compose de schistes argileux avec des roches quarzeuses, quelques roches micacées, talqueuses et arénacées, ainsi que quelques bandes de calcaire compacte ou semi-grenu; l'autre offre comme un amas de grès, de grauwacke schisteuse ou de psammite, d'agglomérats, de schiste argileux, et de calcaire compacte et souvent coquiller.

« Ces derniers dépôts forment toute la masse des montagnes centrales de la Servie, au nord de la Morava servienne, le Kablan, le Gelin, les montagnes de Kosnik, le groupe du Kopavnik, une partie du district de Novibazar en Bosnie, le mont Vrenik, entre cette ville et l'Ibar occidental, une portion de la contrée montueuse à l'est du bassin de Pristina, et enfin une portion de l'Hœmus. »

Le dépôt inférieur occupe la partie du nord-est de la Servie, dans les montagnes qui comprennent le mont Goliesh, entre la Mitrovitza et le Drin blanc, dans le district de Kolaschin, près de Pristina, dans les montagnes à l'ouest de Gafardartzi, en Macédoine, et dans les Balkans. « Ces roches, dit M. Boué, n'ayant éprouvé que peu d'altérations ignées, excepté près des masses plutoniques, établissent une espèce de passage entre la véritable grauwacke récente et les roches schisteuses cristallines à mica ou talc, comme celles du Tchardagh. Je n'ai pas rencontré de fossiles dans les calcaires de ce groupe, si ce n'est des encrines à Robotzevo, au sud de Belgrade; néanmoins, les bancs calcaires sont quelquefois très-larges, comme sur les routes d'Uskup à Kalkandel, et de Gafardartzi à Perlèpe. »

Un ensemble de couches de schistes et de calcaires, observé par M. Strickland sur les deux rives du Bosphore, au nord de Constantinople, contient des fossiles, dont l'ensemble rappelle ceux de la formation silurienne. M. de Verneuil, qui a parcouru ces deux rives en 1836, y a reconnu aussi la même formation; nous avons pu la reconnaître également en novembre 1837, mais seulement à la simple vue

pendant notre navigation : ainsi, avant d'entrer dans le Bosphore, on remarque les roches trachytiques qui s'étendent sur les rives de la mer Noire, à gauche sur la côte asiatique, à peu de distance de la petite ville de Kili et près du phare d'Asie ; à droite, au-dessous du phare d'Europe, et près du village que les Grecs nomment Saint-George. Au pied de ce phare qui couronne un petit cap, s'élèvent du sein des eaux des rochers trachytiques, dont la teinte est d'un rouge noirâtre, et dont le profil présente l'aspect d'une vieille muraille crénelée; et à l'entrée même du Bosphore, plusieurs rochers ou îlots, composés des mêmes roches, et connus sous le nom d'*îles Cyanées*. Près de Roumili-Fener ou de Fanaraki, village grec situé sur un cap, on remarque des couches de poudingues inclinées de 10 degrés vers le nord-est. A peine a-t-on navigué l'espace de deux lieues dans le Bosphore, que l'on est près d'un fort d'une éclatante blancheur, assis sur la côte asiatique, et que domine une vieille forteresse en ruine appelée le *Vieux château génois;* entre les deux s'avance une coulée de lave trachytique, divisée en longs prismes couchés horizontalement. A partir de ce point de la côte de l'Asie, on remarque un petit cap composé de calcaire que couronne la roche plutonique, qui cesse de se montrer sur la rive asiatique, mais qui s'étend sur la rive européenne jusqu'au joli village de *Ieni-Makala* (nouveau quartier). Depuis le vieux château génois jusqu'à Scutari, et depuis Ieni-Makala jusqu'à Constantinople, se prolongent sans interruption les schistes et les calcaires de la formation caradocienne ; à Therapia, ces dernières roches alimentent des fours à chaux.

Suivant M. de Verneuil, les schistes prédominent sur les deux rives du Bosphore, et les calcaires ne se montrent qu'accidentellement. Les schistes sont tantôt verdâtres et fissiles, tantôt noirs et un peu charbonneux ; ils ne renferment pas d'ardoises ; souvent ils sont fortement imprégnés de calcaire. Dans la vallée qui se dirige de Buyuk-Déré vers Belgrade, on exploite une argile à poterie, qui paraît appartenir à la même formation. Le calcaire forme des masses intercalées dans les schistes, et qui alternent avec eux. Il est ordinairement dur, compacte, et d'une couleur bleuâtre. La montagne du Géant (*Youka-Daghi*), que l'on aperçoit sur la côte asiatique, paraît en être entièrement composée. Ni les schistes ni les calcaires n'ont offert de fossiles aux recherches de M. de Verneuil.

Forme du sol de la formation caradocienne. — En Angleterre, ainsi que l'a remarqué M. de Verneuil, la limite des *roches de Ludlow* et du *vieux grès rouge* suit une ligne qui laisse Wenlock un peu au nord, et qui vient près de Ludlow en se brisant à Dowtoncastle. Les couches plongent vers le sud-est. Leur dislocation paraît être due à une force qui agissait dans la direction nord-est et sud-ouest.

« Ceci est la loi générale qui, dans les environs de Ludlow, affecte à la fois l'*Old red sandstone*, le *Ludlow rock*, le *Wenlock limestone*, et le *Caradoc sandstone*. Mais en dehors de cette ligne de direction, il s'est formé des caps, des îlots, ou, comme disent les Anglais, des *outliars* [1]. »

La formation qui nous occupe constitue, en Angleterre, des lignes de collines dont les pentes sont douces, et qui circonscrivent des vallées peu profondes.

Dans la Normandie, les grès et les schistes de cette formation, présentent sur la rive gauche de la Divette et au Roule sur la rive opposée, des roches extrêmement pittoresques. Au sud de Cherbourg, ils forment des éminences abruptes. Entre Briquebec et la Haye-des-Puits, ils donnent au sol une configuration différente; on y voit, dit M. de Caumont, de nombreuses ondulations qui produisent un mouvement du plus heureux effet pour le paysage ; ce sont des éminences arrondies, multipliées, à pentes douces, qui n'offrent que rarement des roches abruptes.

Le grès se termine à Quinéville par une espèce de cap dirigé à l'est-sud-est, et dont les îles Saint-Marcouf paraissent être le prolongement.

Les schistes du département du Calvados forment des falaises pittoresques et fort élevées sur les bords de l'Orne, du Noireau et de la Loire.

Utilité dans les arts. — En Angleterre, le calcaire de Dudley fournit une excellente pierre à convertir en chaux vive. Les schistes sont souvent assez fissiles pour être employés à couvrir les édifices. Nous avons vu que la formation caradocienne renferme des couches d'anthracite, qui donne un excellent combustible que l'on emploie en Irlande dans les fours à chaux.

Bien que l'anthracite ait besoin d'un grand courant d'air pour brûler, cependant certaines variétés font exception à ce que nous avons dit de la plupart des anthracites connues :

[1] Communication faite par M. de Verneuil à la Société géologique de France, le 22 février 1836.

ainsi celle de Fragny, dans le département de la Loire, contenant 0,685 de carbone, est d'un bon emploi pour les cheminées, les poêles, et tous les usages domestiques; et elle a l'avantage de brûler sans odeur ni fumée.

En Normandie, le grès est exploité pour la bâtisse ou pour la réparation des routes; et l'ampélite graphique subordonnée aux schistes, fournit aux charpentiers et aux maçons la pierre noire dont ils se servent comme de crayons.

Le calcaire du Cotentin est employé depuis longtemps comme marbre. Celui du Calvados n'est exploité que pour faire de la chaux.

Les schistes du Calvados fournissent des ardoises assez bonnes, bien qu'inférieures à celles d'Angers. On en tire aussi des pierres à repasser, et même des pierres à rasoirs.

Les psammites du Calvados sont utilisés dans l'arrondissement de Bayeux, pour le pavage des rues.

Les schistes argileux gris bleuâtres, avec impressions végétales que l'on remarque en Bretagne sur les deux versans des montagnes Noires, sont employés comme le schiste ardoisier à couvrir les habitations.

Les couches de la formation caradocienne sont ordinairement fort redressées, et conséquemment peu favorables à la végétation; cependant plusieurs contrées font exception à cette règle : telles sont les vallées qui bordent le Bosphore de Thrace, et dont la riche végétation a rassemblé les populations et multiplié tellement les habitations, que depuis les masses plutoniques qui flanquent l'entrée du canal de Constantinople jusqu'à cette capitale, les beaux et pittoresques villages ornés de mosquées, de palais, de kiosks et de maisons de plaisance, qui se succèdent presque sans interruption, ne forment, pour ainsi dire, qu'un vaste et riant faubourg de la métropole turque. Mais si l'on s'éloigne de la côte, on ne voit plus aucune culture, et la terre, abandonnée à elle-même, ne produit plus que de chétifs arbrisseaux. Les montagnes qui bordent la côte d'Asie offrent la même fertilité que celles qui bordent la côte d'Europe.

La région phylladique du Calvados est, suivant M. de Caumont, assez fertile en blé, en seigle, en avoine, en sarrasin, en trèfle, etc.

« Les vallées offrent des prairies médiocres, et les coteaux sont plantés en bois taillis; le hêtre et le chêne acquièrent de grandes dimensions dans ce terrain : l'orme

s'y rencontre rarement. Le pommier y prospère, mais le cidre qu'il produit est généralement moins fort que celui qu'on récolte dans les terrains secondaires. »

La chaux employée dans les terres argileuses et froides de la région schisteuse y a produit des effets prodigieux, ajoute-t-il, et souvent a quadruplé les récoltes de blé.

DÉPÔTS PLUTONIQUES.

Les roches sédimentaires du terrain schisteux appartenant aux dépôts les plus anciens qui se sont formés à la surface de la terre, doivent présenter de nombreuses traces d'eruptions ignées : c'est en effet ce qui a lieu. On y remarque dans la formation caradocienne, des diorites, des aphanites, et d'autres roches d'origine plutonique.

Les environs de Ludlow, en Angleterre, sont riches en produits de cette nature. Les monts Caradoc sont composés d'une espèce de porphyre syénitique ; ils sont alongés dans la direction générale des terrains qui les entourent, et s'alignent avec des masses de syénite que l'on remarque à Wellington, près de Wenlock.

La Norvége offre des exemples très-curieux d'éruptions de porphyres, de granites et de syénites, qui ont traversé dans tous les sens des schistes et des calcaires à débris organiques du système silurien, et qui les ont même recouverts : nous ne citerons que quelques-unes des principales localités où ces faits ont été signalés par MM. Haussmann et Léopold de Buch.

Près de Skiallebjerg, des filons de porphyre et de diorite porphyrique de 12 à 90 pieds d'épaisseur, traversent le schiste argileux et le calcaire ; ils préludent ainsi à ces grandes masses porphyriques qui reposent sur les grauwackes ou psammites, qui recouvrent le schiste argileux.

Aux environs de la ville de Strœmsöe on voit se succéder de haut en bas les roches ci-après :

1° Syénite zirconienne alternant avec quelques couches de porphyre.
2° Granite.
3° Porphyre avec des couches subordonnées de Diorites.
4° Grauwacke ou psammite.
5° Schiste argileux alternant avec du calcaire à orthocères.
6° Gneiss.

Les porphyres du golfe de Christiania sont généralement d'un brun rougeâtre, bien qu'ils soient mélangés de carbo-



nate de chaux par infiltration. Ils offrent, selon M. de Buch, des cristaux très-effilés de feldspath lamelleux, et sont presque dépourvus de quarz et d'amphibole. Quelquefois la pâte de porphyre devient noire et boursouflée, comme près de Viig et d'Holmstrand. Dans cet état, il ressemble à du basalte. M. de Buch fait même observer à ce sujet que les cristaux de feldspath disparaissent à mesure que la masse prend une teinte plus noire, phénomène que plusieurs porphyres mexicains ont offert à M. de Humboldt. Les syénites du golfe de Christiania, toujours placés au-dessus des porphyres, avec lesquels ils alternent d'abord, sont composées de grands cristaux de feldspath rouge, et d'un peu d'amphibole en très-petits cristaux; le mica et le quarz n'y sont qu'accidentels; quelques vacuoles de cette roche offrent des cristaux de zircon et d'épidote; le titane ferrifère s'y trouve parfois disséminé.

Non loin de Christiania, une masse cunéiforme de granite a pénétré entre les couches du calcaire à encrines et à orthocères; sa partie supérieure est parallèle aux lignes de stratification de cette roche; mais inférieurement elle se ramifie en longues pointes aiguës dans la masse calcaire; tandis que vers sa superficie elle recouvre une partie de la roche fossilifère. (*Pl.* 23, *fig.* 20.) Celle-ci repose sur le gneiss.

En France, M. Boblaye a fait remarquer que les roches de la formation caradocienne ont été modifiées par le voisinage des roches ignées, et que les schistes maclifères eux-mêmes ne sont que des dépôts de vases marines, contenant encore des fossiles, et qui doivent leur texture et leur structure à l'action qu'ils ont éprouvée de ces mêmes dépôts. Le grès d'Ecouve; dit-il, a participé aux modifications qu'a subies le schiste : ainsi, partout où il avoisine le granite il perd sa texture arénacée et toutes traces de fossiles; pour devenir un quarzite homogène et cristallin.

Sur la route de Fougères, l'uniformité que présentent les schistes dans leur texture et leur structure est interrompue par des filons ou *dykes* de granite. « On remarque, en approchant de la roche ignée, que le schiste prend une texture grenue et brillante; que la stratification et les plans de clivage eux-mêmes disparaissent; tandis que les fissures se multiplient; plus près encore, c'est une roche de mica compacte, micacite, toute semée de petites macles bleues, souvent glanduleuses. De l'autre côté du filon les mêmes phénomènes se répètent, puis le schiste reprend son aspect ordinaire pendant deux ou trois kilomètres. Là on retrouve

un second filon de quelques mètres seulement de puissance, qui donne lieu à des modifications semblables.

« On conçoit comment les argiles schisteuses de Rennes ont dû se convertir par l'action de la chaleur en roches de mica compacte et non en *micaschistes*, roches avec excès de silice, qui ont dû souvent provenir de la modification des psammites. Cette localité nous montre donc des argiles schisteuses du *système silurien supérieur*, converties en roches maclifères par la pénétration de filons de granite qui n'ont cependant qu'une faible puissance. Ici la cause et l'effet se montrent réunis de la manière la plus convaincante. »

Les environs de Morlaix présentent aussi les schistes qui, près des roches pyroïdes, contiennent des macles, du fer pyriteux, acquièrent de la sonorité, et sont quelquefois magnétiques. Lorsque les grès s'appuient sur des roches d'origine ignée, leur texture est plus cristalline en partie, dit M. Paillette ; on les voit pénétrés de feldspath.

Malgré les nombreuses modifications qu'on remarque, ajoute-t-il, autour de la mine d'Huelgoat, par suite d'injections porphyriques et des poudingues qui les accompagnent ; malgré les dérangements produits par les porphyres feldspathiques, les porphyres quarzifères, les porphyres amphiboliques et les mélaphyres, les schistes à empreintes végétales et les psammites coquillers fixent d'une manière certaine la position géologique et l'âge de cette localité.

« A ces porphyres, sont souvent juxta-posés des poudingues en amas lenticulaires, la plupart du temps sans autre ciment qu'un schiste broyé, des filets d'hydrate de fer ou de la pâte porphyrique même. Cette connexité constante des poudingues et des porphyres force à les considérer comme des accidents produits par l'apparition de ceux-ci. Des brèches à fragmens anguleux, de même nature que ceux des poudingues, mais dont la pâte est entièrement amphibolique, tendent à démontrer que, formées dans des circonstances pareilles, elles ne diffèrent des poudingues qu'en ce que les voies d'échappement qui les ont amenées au jour étant plus verticales, le frottement a été moins considérable. »

Dans le département du Calvados, la diorite forme des bancs intercalés au milieu du psammite, sur les bords de l'Orne, et dans la vallée de l'Aure ; ou bien, dit M. de Caumont, elle s'y rencontre en amas ou massifs enveloppés dans les schistes, au milieu desquels elle paraît se confondre.

« Cette diorite, ajoute-t-il, est composée de feldspath blanchâtre, de quarz et de cristaux verdâtres, dont une partie paraît être de talc chlorite, et l'autre d'amphibole; elle est en général fort dure, et contient du fer sulfuré. Lorsque le talc prédomine sur l'amphibole, on a une espèce de protogyne au lieu d'une diorite. »

Nous avons donné, d'après M. Leymerie, une idée de la formation caradocienne dans le département du Rhône. La position des roches qui en font partie presque sur la crête, et à des étages très-différens sur les deux versans de la chaîne qui sépare la Saône de la Loire; leur morcellement; leur relèvement sous des angles considérables; le brisement des conglomérats, qui ne forment souvent que des masses confuses, dans lesquelles la stratification n'est plus distincte; l'aspect porphyroïde de certains grès; le passage des schistes à des roches compactes presque euritiques; les caractères du combustible qui les accompagne; démontrent l'action des roches ignées sur ces divers dépôts. On rencontre, en effet, dit M. Leymerie, des eurites et des porphyres assez souvent granitoïdes dans les intervalles que laissent entre eux les lambeaux de ces dépôts. Près de Thizy, un très-beau porphyre rouge quarzifère à larges cristaux de feldspath et à mica vert, accompagné d'une substance stéatiteuse également verte apparaît entouré des diverses roches de la formation, et divise notamment le calcaire noir en s'élevant entre les fragmens. La principale de ces protubérances formées par le porphyre est celle qui sert de base à une partie de la ville même de Thizy. C'est un cône dont le sommet est occupé par l'église de Saint-George.

Nous avons décrit des couches de schistes et de calcaires de la formation caradocienne, qui comprennent les mines d'anthracite de Fragny; au-dessous des schistes, des conglomérats et des poudingues qui supportent ces schistes et ces calcaires, apparaissent, suivant M. Héricart de Thury, des porphyres, des trappites mélaphyres, et des eurites porphyroïdes. Les porphyres, généralement gris, verts, jaunes, rouges, bruns, etc., recouvrent souvent les roches de sédimens; les trappites mélaphyres, noirs, bruns, gris, verts ou rougeâtres, recouvrent par places les porphyres, mais irrégulièrement; les eurites porphyroïdes, noirs, verts et bruns, sont souvent sur les porphyres, et paraissent en avoir éprouvé la chaleur qui les a plus ou moins altérés.

Les schistes qui recouvrent les porphyres sont jaunes ou rougeâtres; ils affectent dans leurs débris une division, une

sorte de retrait prismatique que l'on pourrait prendre, au premier aspect, pour une cristallisation rhomboïdale. Les couches de poudingues et de conglomérats sont plus ou moins contournées, avec des redressemens et des gonflemens de toutes dimensions.

« Ces conglomérats sont particulièrement composés de fragmens roulés de toutes grosseurs, et quelquefois d'un très-grand volume, de quarz, de porphyre, de feldspath, de schiste, etc.; plusieurs de ces fragmens sont fortement altérés; ils paraissent avoir éprouvé un violent coup de feu[1]. »

Dans les Vosges la formation caradocienne qui se compose de schistes argileux et talqueux, de psammites, de calcaires saccharoïdes et compactes, et de dolomies, et qui renferme des amas d'anthracite et des masses de fer oligiste, est accompagnée d'un grand nombre de roches cristallines ou modifiées par le feu, telles que des argilolithes, des gneiss et des micachistes, qui se lient ou s'enchevêtrent, avec des roches plutoniques. On y distingue des *Granites*, des *Syenites*, des *Diabases* ou *Diorites*, des *Porphyres quarzifères* ou *pyroxéniques*, des *Euphotides*, des *Serpentines* ou *Ophiolithes*, ainsi que des *Eurites*, des *Trapps* ou *Trappites*. Les schistes y sont souvent carburés, et contiennent des couches d'anthracite avec des impressions végétales; quelques-uns de ces schistes et quelques psammites, de même que ceux de Saint-George-Chatelaison, deviennent souvent feldspathiques dans le voisinage des roches pétrosiliceuses qui y sont intercalées.

[1] Notice géologique sur les défilés des roches de la Loire, entre Feurs et Roanne, et sur les mines d'anthracite de Fragny, commune de Bully; par M. Héricart de Thury. (*Ann. des mines*, tom. XII.)

FORMATION SNOWDONIENNE, OU CAMBRIENNE.

Comprenant :
- Le système cambrien de M. Sedgwick ;
- Le groupe fossilifère inférieur, de M. de la Bèche ;
- *Le clay slate and gräuwacke slate system*, de quelques autres auteurs anglais ;
- La partie inférieure du terrain de traumate, de M. d'Aubuisson de Voisins ;
- Les terrains hémylisiens schisteux ou traumateux, de M. Al. Brongniart ; ainsi que les terrains hémylisiens talqueux et une partie des terrains agalysiens, du même auteur ;
- La formation des roches talqueuses et quarzeuses et du schiste argileux, de M. A. Boué (dans son tableau synoptique des formations) ;
- La formation primaire ancienne, du même auteur (dans son Guide du géologue voyageur) :
- Le terrain ardoisier et le terrain talqueux, de M. d'Omalius d'Halloy.
- Une partie du terrain de transition et du terrain primitif, de plusieurs auteurs.

Le nom que nous donnons à cette formation comme synonyme du *système* que M. Sedgwick a proposé d'appeler *Cambrien*, est pour nous un motif d'en prendre le type en Angleterre, où il a été si bien étudié et déterminé par ce savant professeur.

Il le divisa d'abord, en trois étages ou groupes ; mais ensuite, c'est-à-dire dans ces dernières années, il n'y fit que deux divisions, dont nous allons présenter les principaux caractères, tels qu'on les observe dans le Cumberland et dans le pays de Galles.

ÉTAGE SUPÉRIEUR.

Comprenant :
- Les terrains hémylisiens schisteux, de M. Al. Brongniart ;
- Le groupe fossilifère inférieur, de M. de la Bèche ;
- Le terrain de traumate, de M. d'Aubuisson de Voisins ;
- La formation primaire ancienne, de M. A. Boué (dans son Guide du géologue voyageur) ;
- Le terrain ardoisier, de M. Dumont.

Cet étage se compose de schistes argileux, de schistes ardoisiers, de schistes siliceux, de psammites et de calcaires.

Les schistes offrent généralement un clivage parfait, trans-

versalement au plan de leur stratification ; quelquefois ils ont une structure grossière ; quelquefois aussi ils sont calcarifères, mais sans présenter aucune couche continue de calcaire ; on y trouve quelques débris organiques appartenant principalement au genre *Productus*, et qui diffèrent spécifiquement des fossiles de la formation caradocienne.

Les psammites sont fissiles et se divisent en dalles ; celles de ces roches, qui sont à grains très-grossiers, et que l'on désigne souvent sous le nom de *Grauwacke*, présentent la même disposition à se déliter en plaques ; toutefois jamais ces grès micacés ne présentent le clivage transversal si commun dans les schistes.

Le calcaire de cet étage est moins abondant que dans la formation caradocienne, et les restes de corps organisés y sont aussi moins nombreux ; la plupart des espèces qu'on y trouve sont, suivant M. Sedgwick, identiques avec celles des *couches siluriennes inférieures* de M. Murchison. Il alterne avec des couches d'argile, contenant des zoophytes, des orbicules, des *leptæna* et autres brachiopodes.

M. Sedgwick a partagé cet étage en trois assises, qu'il désigne de la manière suivante :

a. *Pliulimmon rocks* ou *roches du Plinlimmon*, montagnes du comté de Cardigan. Ces roches sont des schistes et des psammites.
b. *Bala limestone* ou *calcaire de Bala*, bourg du comté de Merioneth, près duquel on le voit alterner avec des lits d'argile.
c. *Snowdon rocks* ou *roches du Snowdon* : Elles consistent en schistes diversement colorés, plus ou moins durs ; en schistes siliceux, en agrégats grossiers, et en plusieurs autres roches stratifiées.

Dans le pays de Galles, on remarque à la partie supérieure de cet étage, suivant M. Sedgwick, un schiste pourri, non fossilifère, mais dont les assises les plus superficielles contiennent quelques couches calcaires, dans lesquelles commence à se montrer l'*Asaphus Buchii*. Ces roches indiquent qu'on est près de la base du *système silurien* de M. Murchison ; mais on peut dire avec M Sedgwick, qu'il n'existe pas de ligne géologique bien tranchée, entre la *formation cambrienne supérieure* et la *formation silurienne inférieure*.

On remarque d'ailleurs plusieurs solutions de continuité qui rendent les divisions très-difficiles à établir : ainsi, dans le nord du pays de Galles comme dans le Cumberland, il n'y a pas toujours continuité dans la série des couches et des

étages des deux formations. M. Sedgwick a observé que dans le Cumberland, par exemple, les groupes calcaires supérieurs de la *formation silurienne* manquent, et que les roches de la série carbonifère reposent en stratification discordante sur les tranches des couches inférieures de la formation silurienne. « Il y a aussi beaucoup de localités, dit-il, où les *couches siluriennes inférieures* s'étendent transgressivement sur les tranches du *système cambrien* »

Dans le Cumberland, les couches supérieures offrent une structure mécanique grossière : ce sont des schistes argileux et des psammites ; on n'y trouve point de schistes ardoisiers à clivage transversal, ni de couches de calcaire, et les fossiles y sont rares. A ces roches succèdent des schistes ardoisiers et des calcaires à débris organiques. Les schistes ardoisiers sont verts, et alternent, suivant M. Sedgwick, avec d'innombrables masses de feldspath compacte et de porphyre feldspathique ; ils sont accompagnés de masses à moitié brechiformes et à moitié porphyriques, et de dépôts mécaniques grossiers, tels que des conglomérats rouges, gris, etc. Le carbonate de chaux se montre dans plusieurs de ces roches.

Cet étage, qui présente une puissance considérable, compose les plus hautes montagnes des comtés de Caernarvon et de Mérioneth ; au sommet du Snowdon, il renferme des corps organisés. Les schistes de Tintagel, dans le comté de Cornouailles, en contiennent aussi. Dans le Cumberland, où il occupe une grande superficie, il acquiert une puissance énorme.

M. de la Bèche a fait remarquer une circonstance qui s'observe fréquemment dans la disposition des feuillets du psammite schistoïde : c'est que ses feuillets, dit-il, forment différens angles avec les plans de stratification, comme on peut le voir dans la coupe qu'il donne de *Bovey sand Bay* sur la côte orientale du détroit de Plymouth. (*Pl.* 23, *fig.* 17.)

Les couches contournées AA présentent le psammite schistoïde dont les feuillets coupent les lignes apparentes de la stratification sous différens angles et leur sont même perpendiculaires.

F indique une faille qui sépare le psammite des schistes C, dont les feuillets sont disposés plus confusément, mais qui offrent dans leur ensemble une disposition horizontale.

Le tout est recouvert d'un détritus BB, composé de fragmens de schistes et de psammites provenant des montagnes qui dominent cet escarpement.

Au milieu de ces roches d'origine sédimentaire, on trouve assez souvent des schistes dans lesquels le quarz domine et que les Anglais nomment *Flinty-slate*, et même, ainsi que nous l'avons dit, du quarzite ou du quarz en roche.

ÉTAGE INFÉRIEUR.

Comprenant :
- Les terrains hémilysiens talqueux, et une partie des terrains agelysiens de M. Al. Brongniart;
- Le terrain de transition ancien, de plusieurs géologistes anglais:
- Le *talkige formation*, de M. Keferstein;
- Une partie des roches stratifiées inférieures ou des roches non fossilifères, de M. de la Bèche;
- Le *thonschiefer*, de M. de Léonhard.

Dans cet étage, que M. Sedgwick appelle aussi *Système du Skiddaw*, du nom d'une montagne du Cumberland, on ne trouve plus de débris organiques. Le pays de Galles nous le montre composé principalement de schiste chloriteux, passant çà et là au micachiste, au gneiss, et à d'autres roches quarzeuses; il contient des masses subordonnées de serpentine, d'amphibolite et de calcaire blanc grenu, ou saccharoïde.

Dans le Cumberland, cet étage paraît être représenté par deux groupes de roches, dont le supérieur est formé suivant M. Sedgwick, de schiste argileux, noir, lustré, dépourvu de débris organiques, rempli de veines de quarz, mais ne présentant aucune trace de carbonate de chaux. Des couches plus grossières, et d'une origine mécanique, lui sont subordonnées. Ce groupe atteint une très-grande puissance.

Le groupe inférieur se compose de roches cristallines, telles que des quarzites, des micaschistes, des schistes amphiboliques et d'autres roches, telles que des schistes chloriteux, ou des stéaschistes, des schistes *chiastolitiques* ou maclifères et des schistes contenant la variété d'amphibole appelée actinote.

Cet étage s'étend sur toute la côte du sud-ouest du comté Caernarvon, et sur une portion considérable de l'île d'Anglesey séparée de ce comté par le détroit de Menai.

C'est à cet étage inférieur que nous pensons que l'on peut rapporter le *Killas* des Anglais, dont nous allons donner une description rapide. Les mineurs du Cornouailles appellent killas, une association de diverses roches dont les plus importantes sont le schiste argileux, principalement ver-

dâtre, le schiste argileux grisâtre passant au psammite, alternant avec lui et contenant des couches de calcaire compacte, enfin l'amphibolite schisteuse. Ce killas repose sur le granite. Ce qui lui donne de l'importance aux yeux des mineurs, c'est que c'est au milieu de ses couches que sont ouvertes les plus riches exploitations de cuivre et d'étain de l'Angleterre.

Les schistes du *killas* sont ordinairement fissiles; mais en approchant des masses granitiques sur lesquelles il s'appuie en relevant ses couches, ils acquièrent de la dureté et de la tenacité. Ils présentent alors, suivant MM. Elie de Beaumont et Dufrenoy, des variétés nombreuses qui paraissent être des passages, soit à l'amphibole schisteux, soit à une roche feldspathique tantôt compacte, tantôt schisteuse et micacée, soit même à une espèce de gneiss.

Les minerais d'étain se présentent dans le *killas* du Cornouailles, soit en petites couches ou veines, soit en amas, soit en filons plus ou moins riches, dont la largeur moyenne est de deux à quatre pieds, soit en *stockwerks* ou réunions de petits filons épars dans la roche. Les minerais de cuivre ne se présentent qu'en filons; on ne cite qu'une mine dans laquelle le sulfure de cuivre paraît être en *stockwerks*.

Plusieurs des petits filons, des amas ou des veines que nous venons d'indiquer, se trouvent indifféremment dans le granite et le killas; et comme, d'après leurs caractères, ils paraissent s'être formés à une époque où les roches dans lesquelles on les observe n'avaient pas encore le degré de consistance qu'elles présentent aujourd'hui, plusieurs géologues se croient autorisés à penser, que si le granite est postérieur au *killas*, ainsi que quelques personnes l'ont avancé, les causes qui l'ont produit ont agi à une époque très-peu différente de celle où le *killas* a été déposé (1).

FORMATION SNOWDONIENNE OU CAMBRIENNE.

En France.

Les caractères généraux que présentent les trois étages de la formation Snowdonienne en Angleterre, peuvent déjà nous servir à reconnaître à quel étage appartiennent certains

1 Sur la constitution géognostique et les gîtes métallifères du Cornouailles et du Devonshire; par MM. Dufrénoy et Elie de Beaumont.

membres de la même formation que nous allons étudier en détail en France.

Ainsi nous croyons pouvoir placer dans l'étage supérieur les calcaires amygdalins des Pyrénées, et ceux de la montagne Noire dans le département de l'Aude, par la raison que nous voyons dans la Grande-Bretagne, l'étage supérieur composé de schistes et de calcaires.

Une grande partie des Pyrénées présente, alternant avec des schistes argileux, un calcaire très-remarquable par sa structure, qui lui a valu le nom de *calcaire amygdalin* : il semble, en effet, composé de nodules en forme d'amandes de toutes sortes de dimensions.

M. Dufrénoy, qui l'a spécialement étudié, lui conserve le nom de *calcaire amygdalin* qui lui est fréquemment donné ; mais, à dire vrai, ce n'est point un calcaire ; c'est un mélange de schiste argileux et de calcaire, qui constitue une roche que l'on a nommée *calschiste*.

Ce que cette roche offre de remarquable, c'est non seulement la quantité de nodules dont elle est composée, mais encore sa structure lenticulaire : on sait, en effet, que les lentilles qu'elle forme au milieu des schistes sont d'un volume très-variable ; il y en a qui ne sont pas plus grosses, en effet, que des amandes, et d'autres qui sont tout à fait gigantesques. Mais, ce qu'on ne savait point avant que M. Dufrénoy ne l'ait remarqué, c'est que chacun des nodules calcaires de la roche est le moule d'un nautile. L'abondance de ces mollusques céphalopodes est telle, que M. Dufrénoy, calculant le nombre que doit en contenir une couche d'un mètre d'épaisseur sur un myriamètre carré d'étendue, a obtenu le chiffre énorme de vingt-sept mille milliards. Ce qui lui a permis de faire ce calcul, c'est que ces corps organisés sont disposés dans la roche, comme des figues dans les caissons où on les emballe.

Ce calschiste est une roche d'autant plus intéressante, que d'un côté elle prouve qu'à l'époque où la formation à laquelle elle appartient se déposait au fond des mers, les eaux nourrissaient un nombre prodigieux de corps organisés. Les différens étages de cette formation, en Angleterre, sont loin de pouvoir présenter cette conclusion : nous avons vu que les débris organiques y sont au contraire peu nombreux. On ne doit cependant pas en conclure que les eaux, dans lesquelles se sont déposées les roches de la même formation en Angleterre, nourrissaient moins d'animaux ; il ne faut point oublier que nous ne pouvons trouver à l'état

fossile que les débris solides des corps organisés, et que rien ne prouve qu'à l'époque ancienne dont nous nous occupons, les mers ne nourrissaient pas une énorme quantité de mollusques sans coquilles, qui n'ont pu laisser de traces de leur antique existence.

Cette roche prouve encore qu'à l'époque à laquelle elle appartient, il existait déjà des mollusques d'une organisation aussi parfaite que ceux qui ont été enfouis dans les diverses formations qui se sont succédé depuis; car il ne faut point oublier que le genre Nautile est encore très-répandu dans nos mers. C'est un fait très-remarquable en géologie que l'existence d'un mollusque comme le nautille, dans un terrain que l'on croyait ne renfermer que des *productus* et des *trilobites*, et cette persistance d'un genre d'animaux, qui, depuis l'époque la plus ancienne des corps organisés, a traversé toutes les époques géologiques.

Enfin, un motif qui ajoute à l'intérêt que présente ce calschiste, c'est qu'il fournit un marbre très-répandu, très-utilisé dans les arts. C'est à cette roche qu'appartiennent les marbres de Campan, ceux de la vallée de Prades, le marbre vert de Cierp, dans les Pyrénées, ainsi que les marbres gris, couleur de chair, cervelas, et griotte, des environs de Caunes, dans le département de l'Aude.

La disposition de ce calschiste et des schistes avec lesquels il alterne dans les Pyrénées, nous donnera une idée assez précise du premier étage de la formation dont nous nous occupons.

Immédiatement au-dessus du granite reposent, dit M. Dufrénoy, des couches de schiste argileux vert satiné (*phillade satiné*), mais dépourvu de mica. Ce schiste contient quelques veinules feldspathiques et même de granite, ainsi que des amas de fer oligiste, de fer oxidé rouge, et de fer spathique. Quelques-uns de ces amas ont assez de puissance pour être exploités. La roche est très-régulièrement stratifiée, malgré les veinules qui la traversent.

Elle passe insensiblement par un mélange de calcaire à un marbre analogue à celui de Campan. Les nodules calcaires qui la composent sont très-cristallins; et chaque nodule paraît être, comme nous l'avons vu, un moule de nautile.

A ce calcaire d'une couleur verte succède un calcaire esquilleux et légèrement grenu, traversé par des veinules de schiste argileux verdâtre et rougeâtre, qui forme la masse de la montagne, qui s'élève au-dessus de Villefranche. Il contient aussi des couches de marbre composé de nodules

calcaires et de schiste argileux rougeâtre. On y remarque encore des traces de nautiles. Outre ces corps organisés, M. Dufrénoy a recueilli dans les mêmes couches des *orthocératites*, des *térébratules*, des *polypiers*, et des *encrines* de plusieurs espèces. Il a remarqué en outre que plus on se rapproche du granite, plus les corps organisés perdent les caractères qui servent à les faire reconnaître.

Aux environs de Caunes, dans le département de l'Aude, on retrouve les mêmes alternances que dans les Pyrénées : c'est dans la montagne Noire qu'on les remarque. Mais le calcaire y est encore plus riche en fossiles que dans la localité précédente : c'est là qu'on exploite ce beau marbre griotte rouge si répandu dans le commerce.

Les escarpemens qui dominent la petite ville de Caunes présentent, à la partie supérieure, un schiste rougeâtre, puis successivement un schiste verdâtre mélangé de nodules calcaires et d'un grand nombre de moules de nautiles ; le calschiste à nautiles plus facile à reconnaître que dans les Pyrénées, et exploité spécialement sous le nom de *griotte ;* un calcaire schisteux avec nautiles, orthocères, etc. ; un marbre gris avec nautiles et encrines ; un calcaire compacte contenant des polypiers ; enfin, un schiste argileux mêlé de calcaire.

Dans les Pyrénées, la formation snowdonienne se compose principalement de schiste argileux, de schiste ardoisier, et d'autres variétés, ainsi que de divers calcaires, de quarzite et de psammite. Ces roches alternent ensemble sans qu'on puisse établir entre elles un ordre d'antériorité de formation, ainsi que l'a fort bien fait remarquer M. de Charpentier. Elles passent fréquemment de l'une à l'autre, et présentent, par suite de ces passages, un très-grand nombre de variétés. Nous n'indiquerons donc que les principales.

Le schiste argileux, qui est, avec le calcaire, la roche dominante, présente quatre variétés principales : la première et la plus abondante est noirâtre, grisâtre ou verdâtre, à feuillets très-minces, un peu onduleux, quelquefois fibreux, et se délitant spontanément en fragmens pseudo-rhomboïdaux irréguliers. La seconde est un schiste ardoisier, noir, grisâtre, gris verdâtre et gris cendré, à feuillets minces, se laissant fendre facilement en grandes dalles, et mêlé fréquemment de paillettes de mica : elle fournit d'excellentes ardoises. La troisième est un schiste argileux micacé, gris noirâtre et gris verdâtre, à feuillets peu prononcés, mais toujours onduleux. La quatrième est un schiste argileux ter-

reux, noirâtre, grisâtre ou jaunâtre, à feuillets très-imparfaits et à cassure plutôt conchoïde et terreuse que schisteuse; enfin renfermant assez souvent du sable quarzeux, des paillettes de mica, et quelquefois des rognons d'oxide de fer.

Le calcaire présente trois variétés principales. La première est le compacte, à cassure conchoïde, d'un gris cendré ou d'un gris noirâtre, rarement blanchâtre, jaunâtre, rougeâtre ou verdâtre. Quelquefois elle présente une seule de ces nuances, ou bien plusieurs à la fois, formant des dessins veinés, flambés ou tachetés. La seconde est un calcaire schisteux, grisâtre, rougeâtre ou verdâtre, tantôt compacte, tantôt grenu, traversé, dit M. de Charpentier, par des feuillets argileux, de manière à présenter une structure schisteuse, et à être susceptible de se fendre en dalles plus ou moins épaisses. La troisième et la principale est un calcaire grenu, à petits grains blanchâtres, grisâtres et noirâtres, tantôt d'une seule nuance, tantôt flambé, veiné ou tacheté, et contenant souvent des feuillets argileux.

Au calcaire compacte et à d'autres roches, mais rarement au schiste argileux, se trouve subordonnée une brèche composée de fragmens calcaires, tantôt arrondis, tantôt anguleux, auxquels se mêlent quelquefois des fragmens de granite, de gneiss, de schiste, etc., agglutinés par un ciment calcaire et souvent sablonneux.

Une roche qui joue un rôle important dans la formation snowdonienne des Pyrénées, est un quarz compacte ou quarzite, tantôt pur, tantôt mêlé de paillettes de mica et de talc, ou de feuillets de schiste argileux quelquefois contournés.

Enfin, une cinquième roche, qui est toujours subordonnée au schiste argileux, est le psammite souvent à gros grains et que M. de Charpentier nomme *grauwacke commune*, quelquefois à grains fins, et qu'il appelle *grauwacke schisteuse*. Ces deux variétés sont composées de grains de quarz, de feldspath et de schiste, agglutinés par un ciment argileux.

Nous devons dire encore, pour compléter cette description rapide, que parmi les schistes on reconnaît le schiste coticule ou à aiguiser, le schiste alumineux, le schiste graphique, le schiste siliceux ou la *pierre lydienne*, le feldspath compacte, la stéatite endurcie, et l'anthracite, intimement liée au schiste argileux et aux psammites.

Le porphyre feldspathique se montre aussi au milieu du schiste argileux.

M. Boblaye a signalé la formation snowdonienne dans la Bretagne, à partir de Pontivy. Elle est représentée par des schistes talqueux, fibreux, et souvent aimantifères, dit-il, comme dans les Ardennes.

Les schistes tégulaires ou ardoisiers d'Angers nous paraissent appartenir à l'étage supérieur de la formation snowdonienne, de même que les calschistes amygdalins ou à nautiles des Pyrénées et de la montagne Noire. Ce n'est pas qu'on y trouve les mêmes fossiles, nous n'y connaissons que les trois espèces d'Ogygies appelées *Ogygia Demaresti*, *Guettardii* et *Wahlenbergii*; mais c'est que ces schistes alternent dans plusieurs localités avec des calcaires.

Ces schistes occupent aux environs d'Angers une étendue de 13 lieues; leur direction générale est de l'est au nord-ouest: on les voit d'abord à Juigné-sur-Loire, puis aux Ponts de Cé, où ils passent sous le fleuve pour reparaître à Trelaze, Saint-Augustin, Saint-Barthélemy, jusqu'à Angers. De là ils se dirigent sur Avrillé, La Ponèze et Condé; ils offrent toutes les qualités que l'on recherche dans les schistes tégulaires, principalement celles de se diviser facilement en feuillets minces et d'une surface plane. Dans quelques localités, à l'est d'Angers, on trouve une variété de schiste, que M. Desvaux a nommée *schiste esquilleux*, et qui se divise en longues aiguilles au lieu de se déliter en plaques.

Le schiste tégulaire est exploité à ciel ouvert aux portes même d'Angers, et dans la plupart des localités que nous venons de citer. A la carrière du Pré-Pigeon, qui est une des plus importantes, on peut prendre une idée de la disposition que présente ce schiste.

Ses couches sont généralement inclinées de 70 degrés, quelquefois de 60, et d'autres fois de 40 degrés; quelquefois encore, mais très-rarement, elles sont presque verticales. La plus grande profondeur où l'on poursuit l'exploitation est de 140 pieds. Les parties les plus supérieures sont trop fendillées, et celles qui suivent immédiatement trop solides pour être exploitées comme ardoises. Ce n'est qu'à environ 5 mètres de profondeur que l'on commence à trouver l'ardoise de bonne qualité. Cette partie de la roche est divisée en masses rhomboïdales qui ont été probablement formées par des retraits opérés dans le schiste, et dont les fissures ont été remplies par des veines de quarz blanc et quelquefois de calcaire.

Ce n'est que dans la partie inférieure que l'on trouve des débris organiques de la famille des Trilobites : ce sont principalement l'*Ogygia Guettardii, O. Desmaresti, O. Wahlenbergii.*

Il n'est pas certain que ces schistes renferment des végétaux ; mais on y trouve des apparences d'impressions végétales, qui ne sont très-probablement pour la plupart que des dendrites de sulfure de fer, métal assez abondant au milieu de ces schistes, où on le trouve souvent cristallisé en petits cubes.

Nous possédons cependant un morceau de schiste d'Angers, dans lequel nous croyons reconnaître une impression végétale qui paraît appartenir à une plante marine voisine du genre Laminaire.

Ces schistes sont souvent enduits d'oxide de fer, qui leur donne une teinte couleur de rouille, ou un éclat bronzé. Quelquefois ils sont d'un beau noir brillant, et offrent un éclat et un poli métalliques qu'ils doivent probablement à quelque oxide.

Nous avons dit que des couches calcaires sont subordonnées au schiste tégulaire d'Angers : en effet, près de cette ville, à la carrière dite des *Fours-à-Chaux*, on en voit un exemple ; les calcaires et les schistes y sont généralement inclinés de 60 à 70 degrés. Ces calcaires sont quelquefois saccharoïdes mais très-souvent lamellaires, d'un gris plus ou moins foncé, entremêlé de veines blanches; on pourrait l'exploiter comme marbre, mais on le brûle pour en faire de la chaux. Parmi les couches qu'il forme, on en voit de sublamellaire assez remarquable par ses petits lits gris et blanchâtres qui lui donnent un aspect rubanné. Les schistes de cette localité ne sont point de nature à donner des ardoises; ils sont argileux, mais ils appartiennent évidemment au même étage que les schistes ardoisiers.

Le calcaire gris est quelquefois chargé de carbone ; l'analyse prouve qu'il en renferme 30 parties sur 100.

Il est divisé par des couches de calcaire spathique, en grandes lames, qui se laisse facilement cliver, qui présente de nombreux indices de cristallisation, et qui offre souvent des poches ou géodes remplies de calcaire cristallisé.

Au milieu de ces diverses variétés de calcaires, on trouve plusieurs substances minérales : nous y avons reconnu la fluorine et le sulfure d'antimoine.

L'ancienne province de Bretagne, qui nous a offert des

exemples de la formation caradocienne, en présente aussi de la formation inférieure.

Suivant M. Paillette qui a étudié le sol de la partie occidentale de la Bretagne, on reconnaît les deux formations dans la région comprise entre la rivière de Morlaix, Jaulé, Sainte-Scève et Pleibert-Christ.

La formation snowdonienne est caractérisée par des schistes lustrés et comme satinés, qui sont surtout visibles autour de Peunelé. Ils sont dirigés vers l'est-nord-est, un peu vers l'est, avec 70, 80 et 85 degrés de pente au sud-ouest.

Le département des Ardennes offre un exemple de la formation snowdonienne dans les masses de schistes ardoisiers que l'on y exploite. Près du village de Deville, le schiste ardoisier est surtout remarquable par l'abondance de cristaux cubiques de sulfure de fer qui s'y trouvent. Rimogne possède une exploitation dont les travaux souterrains atteignent une profondeur de plus de 170 mètres; on y voit d'immenses excavations, produites par l'extraction du schiste sur une hauteur perpendiculaire aux couches de plus de 40 mètres, sans que, dans toute son épaisseur, on remarque aucune roche subordonnée.

Non loin de Rimogne, sur les bords de la Meuse, le schiste se présente sur une épaisseur d'environ 20 mètres, et sur une grande étendue. Il forme des couches inclinées de 40 degrés. Il n'y a que la partie moyenne qui fournit de bonnes ardoises : la partie supérieure est trop friable, et la partie inférieure trop dure.

La partie exploitée se divise en grands feuillets, qui ont l'avantage de présenter une surface plus nette et plus plane que les schistes d'Angers, et surtout de résister beaucoup mieux aux influences atmosphériques.

En se dirigeant vers Fumay, on ne voit jusqu'à cette ville que des alternances de schiste ardoisier et de quarzites.

A Fumay même, les schistes sont remarquables par les grands contournemens qu'ils présentent : en plusieurs points les couches sont entièrement repliées sur elles-mêmes. « Un de ces grands accidens s'observe sur la route qui descend de Rocroy à Fumay, et sur le même point on remarque une couche subordonnée de schiste coticule[1]. » La couche

[1] Compte-rendu de la réunion extraordinaire tenue par la Société géologique de France, à Mézières, du 1er au 10 septembre 1835.



exploitée plonge vers le sud-est sous un angle de 27 à 30 degrés. Sa puissance moyenne est de 10 mètres, en y comprenant plusieurs bancs de grès interposés dans le schiste.

Entre Fepin et Vireux, le schiste passe au psammite, devient rougeâtre, et se lie par des alternances à la partie inférieure de la formation carbonifère.

FORMATION SNOWDONIENNE OU CAMBRIENNE.

En Belgique.

Il nous semble que l'on doit rapporter à l'étage supérieur de la formation snowdonienne le dépôt ardoisier de l'Ardenne. Il se compose, ainsi que l'a fort bien fait voir le premier, M. d'Omalius d'Halloy, de couches alternatives de roches schisteuses et quarzeuses plus ou moins inclinées, très-souvent verticales, formant des bandes traversées par de nombreux filons généralement quarzeux.

Le schiste ardoisier de l'Ardenne est ordinairement d'un gris bleuâtre, et souvent d'un gris cendré. Il a une grande tendance à passer au stéachiste : des couches entières ont tous les caractères de cette roche. Elles prennent alors une couleur verdâtre, qui devient olivâtre et même blanchâtre.

Le même schiste ardoisier passe au *schiste coticule,* roche d'une grande importance sous le rapport économique, puisqu'elle fournit ce qu'on appelle la *pierre à rasoir*. Cette roche forme, au milieu du schiste ardoisier, des veines jaunâtres ; car sa partie bleuâtre se confond avec le schiste ardoisier.

Une autre roche schisteuse que l'on y trouve aussi et qui mérite d'être nommée, c'est l'*ampélite graphique*, dont l'emploi est bien connu dans les arts et l'industrie, quoique les modernes ne lui reconnaissent pas la propriété que lui attribuaient les anciens de préserver des insectes les ceps de vigne, au pied desquels on en mettait des fragmens. C'est de cet usage que ce schiste tire son nom minéralogique [1].

Les roches quarzeuses qui alternent avec les schistes sont principalement des quarzites à texture grenue, dont la couleur la plus ordinaire est le grisâtre, passant fréquemment au bleuâtre et au noirâtre, quelquefois au jaunâtre et au rougeâtre. « La texture est souvent schistoïde ; d'autres fois, la roche forme des couches massives très-puissantes. Les va-

[1] Αμπελος (vigne).

riétés noires ont quelquefois l'aspect extérieur des trapps, et plusieurs minéralogistes les considèrent comme appartenant à cette espèce, quoique leur infusibilité nous les fasse encore ranger dans le quarz grenu ou dans le phtanite. En général, c'est par les variétés de couleur foncée que le quarz grenu passe aux roches schisteuses, tandis que les variétés grisâtres, jaunâtres ou rougeâtres font plus communément le passage au psammite, au grès et au poudingue [1]. »

Les psammites ne sont pas très-communs dans le dépôt ardoisier de l'Ardenne; ils ne commencent à le devenir que dans la partie supérieure de l'étage qui nous occupe, vers le point de contact avec les couches inférieures du terrain carbonifère. Le psammite de Viel-Salm et d'Houffalise est schistoïde, verdâtre, et très-micacé. Quand il n'est pas très-feuilleté, on l'emploie à faire des meules à aiguiser [2].

Les grès sont encore moins communs que les psammites; cependant on exploite entre Weisme et Malmédy un beau grès blanc, mais il passe à une roche composée d'une pâte de grès blanc, formé de grains de quarz gras transparent et de la grosseur d'un pois.

Ces psammites et ces grès contiennent quelquefois du feldspath, ordinairement altéré, et deviennent des arkoses.

Outre ces roches quarzeuses, on en voit d'autres qui ont été formées par voie d'agrégation : telles que des brèches schisteuses qui passent aux schistes, des brèches siliceuses qui passent au quarz, et des poudingues à ciment ferrugineux.

Le quarz blanc forme un grand nombre de veines et de filons dans les couches schisteuses et quarzeuses que nous venons de mentionner.

Ce qui nous porte à considérer le dépôt ardoisier de l'Ardenne comme appartenant au deuxième étage de la formation snowdonienne, c'est la rareté du calcaire; il y forme des bancs très-minces d'une couleur bleuâtre, d'une texture lamellaire et d'une structure tellement feuilletée, qu'il faut une grande attention pour le distinguer du schiste ardoisier, dans lequel il est intercalé, et auquel il se lie d'une manière

[1] M. *d'Omalius d'Halloy* : Élémens de Géognosie, ou deuxième partie des Elémens d'histoire naturelle inorganique, pag. 459.

[2] M. *d'Omalius d'Halloy* : Mémoires pour servir à la description géologique des Pays-Bas, de la France et de quelques contrées voisines, pag. 113.

tellement intime, qu'une partie du banc calcaire est encore de l'ardoise.

On a longtemps contesté la présence de corps organisés fossiles dans le massif ardoisier de l'Ardenne; mais aujourd'hui on a constaté la présence d'un grand nombre de ces corps, à la vérité trop mutilés pour pouvoir être bien déterminés. Cependant les plus communs sont des *spirifères* très-alongés dans le sens de leur largeur, des *calimènes*, des *asaphes*, des *pentacrinites*, une hamite et un polypier voisin des astrées, et que l'on avait pris d'abord pour un végétal [1].

M. Dumont, qui a étudié avec beaucoup de soin les divers terrains de la Belgique, partage son terrain ardoisier qui correspond à notre formation snowdonienne, en trois systèmes ou étages. (*Pl.* 24, *fig.* 3.)

Le système supérieur se reconnaît en ce qu'il passe par degrés à la formation carbonifère, de telle sorte qu'il est difficile de fixer la limite des deux dépôts. Il se compose de roches plutôt quarzeuses que schisteuses. Celle qui doit, dit-il, servir de type est un psammite ou schiste quarzifère pailleté, à surface luisante et ondulée.

C'est dans cet étage que l'on trouve des couches de calcaires à texture schistoïde, comme on peut le voir entre la Meuse et la Semoy. Ce calcaire contient beaucoup de crinoïdes, ainsi que des orthocères, des encrines, des polypiers, des trilobites et des strophomènes, etc.

Dans la partie inférieure de cet étage, on trouve une roche connue sous le nom de *pierre des Sarrasins;* elle est composée de grains de quarz et de grains de feldspath passé à l'état de kaolin. Elle renferme dans plusieurs localités des grains d'amphibole hornblende, et quelquefois des grains d'orthose. Sa stratification est bien prononcée; certains bancs deviennent schisteux, et passent même au schiste.

Le système moyen se compose de schiste ardoisier fin. Il renferme peu de fossiles. Ce système, suivant M. Dumont, forme, au milieu de l'Ardenne, deux larges bandes, dont la première s'étend depuis Hirson jusqu'au delà d'Allerborn. La seconde commence entre Laroche et les Tailles, et se dirige au nord-est entre Montjoie et Bullingen.

Le système inférieur présente plusieurs variétés de schistes, telles que le *schiste aimantifère*, le *schiste ottrélitique*, et le *schiste manganésifère*.

[1] M. *d'Omalius d'Halloy* : Elémens de géologie, etc., pag. 465.

Le schiste aimantifère, ainsi appelé par M. Dumont, est une ardoise d'un gris pâle, contenant de petits octoèdres d'aimant; le schiste ottrélitique, qui forme un massif important par son étendue, doit son nom à l'ottrélite, espèce d'hyperstène en petits grains, qui abonde dans les environs d'Ottré; enfin, le schiste manganésifère est caractérisé par le manganèse, qui s'y présente sous forme de grains rouges.

Un fait assez remarquable dans la position de ces roches, dit M. Dumont, c'est leur apparition successive en allant de l'ouest vers l'est. Ce système paraît former plusieurs îles alongées du sud-ouest au nord-est. Jusqu'à présent, on n'y a trouvé aucun fossile.

Un fait non moins remarquable, c'est que l'étude du terrain schisteux de l'Ardenne a prouvé à M. Dumont que, dans sa partie méridionale, il était loin d'être composé de schistes ardoisiers, mais qu'il renfermait un bassin anthraxifère très-considérable, dont les roches avaient été jusqu'à présent confondues avec celles du terrain ardoisier. Ce bassin, dit-il, a son origine entre Wiltz et la chaussée de Bastogne à Arlon [1].

Les métaux qui existent dans le massif ardoisier de l'Ardenne, prouvent que la formation dont nous nous occupons n'en est pas dépourvue.

Ces métaux sont très-rarement en filons; ils forment plutôt des amas couchés ou des séries de nids, de noyaux et de cristaux disséminés dans les couches schisteuses, et dans la même direction que celles-ci.

Le métal le plus commun est le fer à l'état d'oxide: la limonite se trouve aux environs de Marche et de Mézières; l'oligiste spéculaire est dispersé dans les filons quarzeux des environs de Viel-Salm; l'aimant et la pyrite sont disséminés en petits cristaux dans le schiste ardoisier.

Après le fer, c'est le plomb qui est le plus abondant. On y trouve aussi le carbonate de plomb appelé *céruse*. Jadis on exploitait du cuivre près de Vianden: c'est le cuivre pyriteux nommé *Chalkopyrite*.

Enfin on trouve dans le massif ardoisier de l'Ardenne le phosphate de plomb (pyromorphite), le sulfure de zinc (blende), le carbonate de fer (sidérose), le phosphate de cuivre (aphérèse), les carbonates de cuivre (malachite et azurite), et des minerais d'antimoine et de manganèse.

[1] Communication faite à l'Académie royale des sciences et belles-lettres de Bruxelles, par M. Dumont, le 5 novembre 1836.

FORMATION SNOWDONIENNE OU CAMBRIENNE.

En Norvége, en Suède et en Russie.

Nous avons signalé la présence de la formation caradocienne dans la péninsule scandinave, nous y trouvons aussi la formation snowdonienne.

Norvége. — On remarque, dans ce pays, des calcaires compactes, tantôt grisâtres ou rougeâtres, tantôt noirs et même charbonneux, alternant avec des schistes marneux, et des silex cornés et renfermant de petits trilobites qui y sont quelquefois en quantité prodigieuse. Ces calcaires forment, dit M. Brongniart, le sol de Malmoën, de Malmoë-Kalven, de Storoë, et de plusieurs autres îles et plages du golfe de Christiania.

L'étage composé en grande partie de schistes ou phyllades, de grès et de quarzite est peu étendu en Norvége : nous ne pouvons citer avec certitude, et d'après M. de Buch, que la base du mont Ekeberg, à l'est de Christiania.

Suède. — M. Al. Brongniart a signalé le calcaire dont nous venons de parler, dans l'ancienne province suédoise de Westrogothie au pied du Kinnekulle. (*Pl.* 8, *fig.* 16 et 17.)

La même formation, mais peut-être l'étage inférieur paraissent être représentés près d'Andrarum, en Scanie, par des ampélites, des grès blancs et des quarzites, et à la base de la colline de Kinnekulle, par des roches semblables. Dans cette dernière localité, l'ampélite est alumineux, et renferme des *trilobites*, des *paradoxides* et des *agnostes*; et le grès qui lui sert de base présente des traces de végétaux. (*Pl.* 8, *fig.* 16 et 17.)

Très-souvent les ampélites contiennent des lits ou des nodules de calcaire charbonneux.

Russie. — Les environs de Saint-Pétersbourg sont, suivant M. de Buch, un modèle pour les couches cambriennes. Prés de la résidence impériale de Tsarskoïé-Célo, la roche principale est une sorte de glauconie sublamellaire, qui contient un grand nombre de trilobites, parmi lesquels on remarque l'*Asaphus cornigerus* : on y trouve aussi des Térébratules, des Spirifères et des Echinosphérites.

FORMATION SNOWDONIENNE OU CAMBRIENNE.

En Hongrie.

Cette formation nous paraît exister dans plusieurs localités de la Hongrie; mais il nous suffira d'en citer une des plus importantes, par les exploitations de fer qu'elle renferme : c'est la montagne de Zéleznik, à l'ouest de Jolsva, dans la partie centrale du comitat de Gomor.

Suivant M. Beudant, les premières roches que l'on rencontre en allant du hameau de Zéleznik à la mine, sont des schistes argileux avec des feuillets de quarz, où le mica est souvent décomposé en matière argileuse d'un rouge foncé. On trouve ensuite des schistes argileux d'un gris bleuâtre, d'un éclat nacré, assez onctueux au toucher, dont souvent les feuillets sont extrêmement onduleux, et qui se décomposent en matière argilo-ferrugineuse à la surface du sol. Plus haut, on trouve des couches de schiste où les petits feuillets de quarz reparaissent, mais où la partie formée de mica conserve la couleur, l'éclat, l'onctuosité qui caractérisent les schistes qui se montrent plus bas. Les alternances se répètent jusqu'au sommet de la montagne; mais les dernières couches sont un peu calcarifères.

Toutes ces couches plongent au sud-sud-est sous un angle d'environ 50 degrés. Les oxides de fer qu'elles renferment, et qui se rapportent principalement aux espèces minéralogiques appelées *limonite* et *oligiste*, y forment de véritables couches; plusieurs de celles-ci ne sont même que des schistes argileux plus ou moins chargés de fer. Quelquefois le minerai se présente en petites masse slenticulaires très-aplaties, dispersées çà et là en nombre plus ou moins considérable entre les feuillets du schiste; d'autres fois il se montre aussi en amas plus ou moins considérables. Le fer est souvent accompagné d'oxide de manganèse. L'aragonite est en petites aiguilles souvent rayonnées entre les feuillets des schistes; enfin, une substance siliceuse qui paraît être le quarz appelé *hyalite*, accompagne les stalactites de fer et de manganèse qui remplissent les cavités que l'on remarque dans les schistes.

Près de Jolsva, M. Beudant a remarqué une colline composée d'un calcaire saccharoïde grisâtre à petites lames, dont les couches presque verticales plongent au sud-sud-est, et qui paraît être subordonnée au schiste argileux. Plus loin,

en se dirigeant vers Also-Sajo, on voit des schistes argileux d'un gris foncé, renfermant du quarz disséminé uniformément, et passant insensiblement à des micaschistes de couleur verdâtre, où le mica est fort abondant et très-doux au toucher.

FORMATION SNOWDONIENNE
OU CAMBRIENNE.
En Morée.

Nous comprenons dans cette formation les roches du *groupe calcaréo-talqueux* des *terrains* appelés *primordiaux* par MM. Boblaye et Virlet, dans leur description géologique de la Morée. Le nom qu'ils ont donné à ce groupe est justifié par la présence du talc et du calcaire qui y dominent, et qui ont imprimé aux différentes roches leurs principaux caractères.

Ces roches sont les schistes argileux, les anagénites, les quarzites, les stéaschistes, les calschistes et les calcaires.

Ce groupe forme la plus grande partie de la chaîne du Taygète, où il règne depuis Léondari jusqu'à l'extrémité du cap Ténare.

Si l'on part du mont Saint-Elie, point culminant de la chaîne, pour descendre à Scardamoula, on commence à rencontrer, à environ 400 mètres au-dessous du sommet, les roches de ce groupe.

Schistes argileux. A la partie inférieure de la formation, on remarque des schistes argileux, luisans et verdâtres, auxquels en succèdent d'autres verdâtres et ternes, unis et ondulés, peu fissiles, traversés par quelques filons de quarz blanc, et par des fissures ferrugineuses; puis viennent des schistes argileux gris bleus, gris jaunâtres, violets et verdâtres. Ils se divisent en feuillets, et servent à couvrir les édifices.

« Au-dessus paraissent des schistes argileux d'un gris rougeâtre, un peu ferrugineux, très-contournés, passant aux schistes violets tégulaires, et enfin des schistes quarzeux verdâtres luisans, satinés, tantôt ondulés ou contournés, tantôt unis et fissiles, et se divisant en plaques rhomboïdales, quelquefois à surface dendritique : c'est le passage aux quarzites. »

Au milieu des schistes violets, se trouvent des roches d'agrégation mécanique, composées de fragmens de diverses variétés de quarz hyalin rose, blanc, etc. Ces roches sont

des *anagénites*, c'est-à-dire les mêmes roches que les Allemands nomment *grauwackes*. Elles sont violettes aussi, et il y a passage de ces roches aux schistes violets.

Des *quarzites* sont subordonnés aussi aux schistes argileux, verdâtres et jaunâtres ternes. Ils se divisent en plaques minces, couvertes de dendrites. Quelques variétés sont un peu talcifères, ce qui leur donne un éclat adamantin.

Stéachistes et *calchistes*. Aux schistes argileux verdâtres et jaunâtres contenant des quarzites, succèdent des stéaschistes verts, satinés, très-feuilletés, passant à des stéaschistes calcarifères, dont quelques-uns se divisent en plaques rhomboïdales d'un gris verdâtre, avec des dendrites noires. Par l'augmentation graduelle du calcaire, ces stéaschistes passent à un véritable calschiste, ou même à un marbre cipolin verdâtre.

Calcaires. Aux calschistes, on voit succéder des calcaires grenus verts, blancs, lie de vin et rouges, qui alternent entre eux. Parmi ces calcaires, il en est dont la teinte est fleur de pêcher. Ceux qui sont rouges paraissent être identiques avec le *marbre rouge antique*.

Stéaschistes. Sur les calcaires dont nous venons de parler, reposent des stéachistes violets luisans et fibreux. Ils sont un peu calcarifères; mais le calcaire disparaît quelquefois pour faire place à du fer oligiste écailleux, qui rend ces stéaschistes très-lourds et brillans; dans ce dernier cas, il se forme une variété qui renferme de nombreux petits noyaux de fer hématite rouge, cristallisés en faisceaux rayonnans qui donnent à la roche une texture toute particulière.

A ces stéaschistes sont subordonnés quelques bancs d'un calcaire compacte blanc laiteux, mélangé de quelques teintes rose de chair ou verdâtres.

Au-dessus de ces stéaschistes se présente une nouvelle série de schistes argileux, verdâtres et quarzeux, d'environ 200 mètres de puissance, sur laquelle reposent des stéaschistes grisâtres et verdâtres, à texture globulaire.

Calcaires tigrés. Aux stéaschistes succèdent des calcaires présentant une suite de belles variétés de marbres susceptibles d'être exploités. Ils passent par toutes les teintes, depuis le gris-blanc jusqu'au plus beau noir. Ces calcaires renferment des grains globulaires plus cristallins que la roche même, et entourés d'un léger réseau blanc; « on dirait souvent une oolithe à petits grains gris ou noirs, cristallins, enveloppés d'un réseau quelquefois à peine perceptible de calcaire blanc grenu. »



FORMATION SNOWDONIENNE

OU CAMBRIENNE,

En Asie et en Afrique.

Asie : *Hindoustan.* Suivant un géologiste anglais, M. Hardie, que la mort a frappé trop jeune, on remarque, dans la partie septentrionale de l'Adjmyr et dans le district de Djeypour, des schistes argileux et chloritifères, des quarzites et des calschistes. Ces roches nous semblent appartenir à la formation snowdonienne. Le quarzite abonde dans l'Adjmyr, principalement entre Baroda, dans le Goudjérate, et la ville d'Odeypour. Il se montre quelquefois divisé en masses prismatiques, structure qu'il doit au voisinage des roches d'origine ignée. Cette roche forme, depuis Baroda jusqu'à Sahar, dans le district de Bharatpour, une bande entre des psammites qui appartiennent peut-être à la formation caradocienne et les roches granitiques. Les schistes argileux ou chloriteux, traversés de filons de quarz, prennent souvent cette apparence arénacée qui leur fait donner quelquefois le nom peu convenable de *grauwacke*.

Les roches que nous venons de nommer constituent généralement la partie méridionale du centre de l'Hindoustan. Elles forment des couches souvent contournées, et plus souvent presque verticales, ou fortement inclinées au nord-est ou à l'est-nord-est; mais il y en a aussi qui inclinent au nord-ouest ou entre le nord-est et le nord-ouest, ou même au sud-est.

Les monts Aravalli, qui circonscrivent une partie de la vallée d'Odeypour, sont composés de schistes argileux, de talcschistes, de quarzites et de calcaires, qui s'appuient sur un groupe central composé de granite, qui y constitue le point culminant appelé le Mont-Abou (Aboo), qui a 5,000 pieds anglais de hauteur.

Les mêmes roches occupent de grands espaces dans le Miouar (Meywar).

A 9 milles à l'ouest d'Odeypour, le quarzite est associé à des schistes argileux, talqueux ou chloritiques; il y a aussi des couches de calcaire et de diorite.

Afrique : *Algérie.* Si nous nous en rapportons à des observations faites par M. Rozet, capitaine d'état-major, pendant les reconnaissances qu'il eut occasion de faire dans les premiers momens de l'occupation d'Alger par l'armée française, le terrain schisteux, ou, pour mieux dire, la formation

snowdonienne de ce terrain, constitue une partie de la côte de Barbarie, et presque tout le massif du Mont-Bouzaria, qui s'élève à 410 mètres au-dessus de la mer dans le port d'Alger, situé au pied de cette montagne.

« La partie supérieure du terrain, dit M. Rozet, est occupée par une masse calcaire de 150 mètres de puissance, qui offre des calcaires *gris*, *bleu turquin*, *bleu turquin* carburé, *blanc saccharoïde* ou *sublamellaire*, etc., que l'on voit souvent passer au schiste par degrés insensibles. Au-dessous du calcaire vient une masse schisteuse de 400 mètres de puissance, composée d'un phyllade talqueux, passant au talcschiste, dont les couleurs les plus habituelles sont le blanchâtre argentin, le vert, le bleu clair, le violacé, et rarement le noir. Les roches arénacées manquent ou sont fort rares. On y rencontre des filons de phtanite, de talcite quarzifère et calcarifère, de quarz blanc, laiteux et enfumé, et de fer oxidé, des veines de cuivre carbonaté, de galène et d'anthracite. Je n'y ai pas découvert une seule trace de restes organiques. Ce terrain s'étend le long de la côte jusqu'à 5 lieues à l'ouest d'Alger. Après avoir disparu près de cette ville sous le terrain subatlantique, il se remontre à 4 lieues à l'est au cap Matifou, d'où il s'étend ensuite fort loin le long de la côte, et constitue probablement le fond de la grande plaine qui lui est contiguë. »

FORMATION SNOWDONIENNE OU CAMBRIENNE,

En Amérique.

Amérique septentrionale. Dans la chaîne des Alléghanys, ainsi que dans les montagnes Bleues qui en dépendent, on sait qu'il existe d'importans amas de schistes qui, placés au-dessous du terrain carbonifère, paraissent appartenir à la formation snowdonienne. La même formation semble être représentée dans la Caroline du Sud, par des talcschistes et des quarzites.

Amérique méridionale. Les renseignemens géognostiques que M. de Humboldt a publiés sur l'Amérique équinoxiale nous font reconnaître, dans la formation de *thonschiefer primitif* de cet auteur, la *formation snowdonienne* ou *cambrienne*. Dans la Colombie, la chaîne du littoral de Venezuela présente un schiste argileux qui passe au micaschiste sur lequel il repose; M. de Humboldt y a remarqué des couches d'ampélite luisant traversées par de petits filons

d'alun natif. Les schistes d'un bleu noirâtre, que l'on voit depuis Piedras Azules jusqu'à l'ancien rivage boréal des Llanos ou steppes de Venezuela, appartiennent à la même formation que ceux dont nous avons d'abord parlé.

Le schiste argileux paraît manquer entièrement dans la Cordillère de la Parime, que traverse l'Orénoque. Dans les Andes, il n'occupe que des espaces d'une faible étendue. M. de Humboldt l'a vu superposé immédiatement au granite sur les pentes occidentales des Andes du Pérou.

Le quarz schistoïde connu sous le nom de *grès flexible*, qui forme, dans les montagnes de Minas-Géraes, au Brésil, le pic d'Itacolumi, a reçu de M. d'Eschwege, d'abord le nom de *chloritquarz*, puis celui d'*itacolumite*. Cette roche repose sur le schiste argileux ou *thonschiefer primitif* de M. de Humboldt, et paraît faire partie de la même formation, comme les quarzites dont nous avons parlé.

« Cette formation quarzeuse, dit M. de Humboldt, renferme des couches alternantes : 1° de quarz aurifère blanc ou verdâtre, ou rubanné, mêlé de talc-chlorite et offrant des strates de quarz flexible, que l'on a faussement attribués jusqu'ici à l'hyalomicte (*greisen*), ou à des couches de quarz dans le micaschiste ; 2° de chlorite schisteuse ; 3° de quarz aurifère, mêlé de tourmalines (*schorlschiefer* de Freiesleben); 4° de fer oligiste métalloïde, mêlé de quarz aurifère (*goldhaltiger eisenglimmer schiefer*). »

Toutes ces couches sont couvertes d'une brèche ferrugineuse extrêmement aurifère. C'est à la destruction de ces couches, qui sont liées géognostiquement les unes aux autres, que M. d'Eschwege croit pouvoir attribuer les dépôts de lavage qui renferment à la fois l'or, le platine, le palladium et les diamans que l'on recueille sur plusieurs points du Brésil. Le schiste chloriteux (*chloritschiefer*) décomposé, dont on tire les topazes et les euclases appartiennent aussi à la même formation.

« Quelquefois, dans les montagnes de Minas-Geroes, dit M. de Humboldt, la roche de quarz est d'une structure plus simple. Sans être composée de couches alternantes, elle n'offre qu'une seule masse de quarz entrelacé avec du fer spéculaire granulaire ou dense. Cette masse a jusqu'à 1800 pieds d'épaisseur, et ne contient pas d'or disséminé. Elle est placée sur le *thonschiefer primitif*, qui recouvre immédiatement le gneiss. »

Formes du sol de la formation snowdovienne. — Cette

formation constitue en Angleterre des montagnes assez élevées : telles que le mont Snowden ou Snowdon, qui a plus de 1,000 mètres de hauteur, et le Skiddaw qui en a 1,100.

En Ecosse, la même formation, composée de psammites rougeâtres et de schistes, constitue, suivant M. Boué, des montagnes aux formes massives et arrondies, qui, par la décomposition des couches, offrent des contours ondulés ou des espèces de gradins émoussés, placés les uns sur les autres comme le mont Lédy ; tandis que d'autres fois l'indestructibilité des parties très-quarzeuses, et la variété de leur distribution au milieu du schiste argileux, en général peu dur, donnent lieu à ces escarpemens, et à ces petites buttes boisées qui ornent les défilés de Leney et du Trosacks.

Dans les Ardennes elle forme des chaînes de montagnes de 480 à 520 mètres au-dessus du niveau de la mer. Ces montagnes, dit M. Rozet, sont ordinairement terminées par des plateaux fort étendus ; elles offrent des flancs très-inclinés, et même des escarpemens à pic. « Quelquefois on y remarque des crêtes étroites où les roches compactes, ayant plus résisté à la destruction que les schistes, forment des pointes aiguës. Les vallées sont toutes de fractures et tombent les unes dans les autres sous des angles peu ouverts ; elles sont étroites, à flancs courts, souvent très-inclinés, et commencent ordinairement par un évasement à pentes douces ; enfin les angles saillans et rentrans se correspondent assez bien, et l'inclinaison du thalweg n'offre pas de grandes irrégularités. »

A l'extrémité des Vosges, où le terrain schisteux n'a pas été porté à une grande hauteur, il constitue des collines arrondies, quelquefois très-basses, rarement liées entre elles.

Les schistes forment, dans le département du Calvados, les falaises pittoresques et fort élevées qui bordent les rives de l'Orne.

Dans le Harz, dans la Hongrie et dans le Tyrol, les roches de la formation snowdonienne constituent des montagnes de 700 à 2,000 mètres de hauteur.

Enfin, dans l'Amérique méridionale, les mêmes roches s'élèvent à plus de 2,000 ou 3,000 mètres.

Utilité dans les arts. — Les poudingues de la formation snowdonienne sont exploités en Bretagne, parce qu'ils fournissent du sable pour faire du mortier, et des galets pour ferrer les routes.

Les schistes ardoisiers sont une richesse pour certaines localités. Les ardoisières d'Angers occupent environ 8,000 ouvriers, et fournissent annuellement près de 80 millions d'ardoises. Les environs de Fumay, dans le département des Ardennes, en livrent au commerce plus de 40 millions par an. Charleville en produit aussi un nombre considérable. Les ardoises d'Angers, de Charleville et de Fumay sont les plus recherchées : les premières fournissent presque entièrement à la consommation de Paris.

Bien que la couleur ne soit pas un indice certain de la bonté des ardoises, on s'accorde, en général, à considérer les plus noires comme les meilleures. Les bleues tirant sur le noir ont le défaut de prendre assez facilement l'eau ; mais celles qui sont d'un gris bleu sont en général très-compactes et très-solides. Les ardoises vertes passent pour résister fort long-temps à l'action de l'atmosphère.

L'expérience prouve que les ardoises d'Angers ne durent qu'une trentaine d'années, tandis que l'on a la certitude, par les dates des toitures de plusieurs édifices de la Belgique, que les ardoises de Charleville, de Fumay, et en général de l'Ardenne, peuvent durer plus de deux cents ans.

On a imaginé d'augmenter la dureté des ardoises en les faisant cuire dans un four à briques, jusqu'à ce qu'elles aient pris une couleur rouge pâle ; mais après cette opération qui ne coûte que 1 fr. 50 cent. par millier, on ne peut plus les tailler ni les percer : aussi a-t-on soin de les préparer complétement avant de les mettre au four.

Lorsque les schistes ardoisiers renferment du sulfure de fer en abondance, les ardoises que l'on en tire sont réputées d'une qualité inférieure, parce qu'elles se détériorent promptement, par suite de la décomposition de ce fer pyriteux.

Dans le département du Calvados, les schistes qui occupent une partie du Bocage, où on les connaît vulgairement sous le nom de *pierres bocaines*, sont épais, et employés comme pierres de construction. L'arrondissement de Bayeux en possède de moins épaisses qui servent à couvrir les habitations.

Nous avons vu que le schiste ardoisier fournit au commerce de bonnes pierres à rasoirs, et l'ampélite graphique la pierre noire des charpentiers, et d'assez bons crayons à dessiner.

Une variété de psammite est propre à aiguiser les instrumens d'acier ; elle est assez abondante à Viel-Salm et à

Houffalise en Belgique, pour être exploitée et fournir, sous le nom de *pierre à faux*, une branche importante de commerce à ces deux bourgs. Une autre variété est employée à faire des meules à aiguiser.

Ainsi que nous l'avons dit, les métaux ne sont pas rares dans la formation snowdonienne : aux environs de Marche et de Mézières on exploite la limonite, et près de Bastogne, la galène qui est souvent antimonifère.

Nous avons dit que les filons de cuivre et d'étain qui traversent le *killas* du Cornouailles, donnent d'importans résultats : on en estime le produit à près de 16 millions de francs.

En Hongrie, la montagne de Zeleznik, entièrement composée de schistes argileux, est riche en minerai de fer, dont l'exploitation est considérable.

Si, comme tout nous porte à le croire, le quarz schistoïde ou l'itacolumite de l'Amérique méridionale appartient à la formation qui nous occupe, on peut dire que les dépôts de lavage qui en proviennent sont une source de richesse minérale importante pour le Brésil, puisque, depuis l'année 1756 jusqu'à l'année 1764, ils ont fourni annuellement près de 30 millions de francs en or, et qu'ils produisent, année commune, 20 à 25,000 carats de diamans.

Les schistes ardoisiers présentant des masses feuilletées et coupées par un grand nombre de fissures, on conçoit que le sol qui les recouvre ne retienne pas les eaux pluviales, et qu'il soit, par cette raison, peu fertile et quelquefois même aride. Cependant, plusieurs contrées font exception à cette règle : ainsi les Ardennes sont couvertes de vertes prairies et de belles forêts ; les collines schisteuses des Vosges, sont les unes ombragées de beaux bois, et les autres, garnies de vignes qui prospèrent ; enfin les Cévennes présentent, dans leurs parties schisteuses, de superbes châtaigniers qui ombragent les flancs des vallées, et d'excellens pâturages qui en tapissent le fond.

DÉPÔTS PLUTONIQUES.

Nous ne parlerons point ici des roches d'origine ignée qui supportent la formation snowdonienne, mais seulement de celles qui y sont intercalées ou associées, parce que le Livre suivant sera consacré à celles de ces roches qui constituent des dépôts indépendans, c'est-à-dire des formations et des terrains.

Les schistes ardoisiers du pays de Galles sont associés au mont Snowdon à des porphyres. Au-dessous de ces schistes se présentent, ainsi que nous l'avons dit, des schistes chloritiques et des micaschistes, associés aussi à une roche ignée que nous n'avons point encore eu occasion de citer dans les dépôts plutoniques, la *serpentine*.

Dans le Cumberland, les roches plutoniques jouent un rôle plus important dans la formation snowdonienne. Nous avons vu que les schistes ardoisiers verts de cette contrée alternent avec des *porphyres feldspathiques*; on y voit aussi des feldspaths compactes, qui, d'après l'opinion de M. Sedgwick, sont des roches de sédimens altérées en place par le contact des porphyres.

Les schistes argileux, inférieurs aux précédens, sont traversés, dans quelques localités, par un grand nombre de dykes de porphyre.

Enfin, il n'est pas douteux que les roches cristallines, qui s'appuient sur le granite du Cumberland, telles que les quarzites, les micaschistes, les schistes amphiboliques et les schistes maclifères, ne soient dues à des dépôts plus ou moins modifiés par l'action plutonique.

Dans les environs de Morlaix, M. Paillette a remarqué qu'à partir du granite qui sert de base en Bretagne, comme en Angleterre, à la formation snowdonienne, si l'on se dirige vers le nord, on voit les gneiss, roches de sédimens modifiées par l'action ignée, perdre quelques-uns de leurs caractères généraux (tant sous le rapport des directions que sous celui de la composition), par l'effet de la compression exercée entre le grand système granitique et une petite avancée de la même roche en saillie au Pont-Paul, près Morlaix.

Cette percée et celle de la rade ont fait, selon ce géologiste, éprouver au terrain schisteux des perturbations violentes dans le sens des directions et des inclinaisons. « Le bouleversement général a encore été notablement accru par l'apparition des *porphyres quarzifères* et *amphiboliques* qui se sont fait jour, soit dans les plans des couches primitivement relevées, soit en brisant derechef un sol originairement si tourmenté. »

Des *amphibolites* ou *porphyres amphiboliques* ont surgi, dit M. Paillette, du milieu des schistes stéatiteux, lustrés, verdâtres ou grisâtres, de la formation snowdonienne du département du Morbihan. C'est aux *mélaphyres* de cette formation qu'il attribue le deuxième redressement des mon-

tagnes Noires. Les *mélaphyres* des environs de Gourin ont produit des poudingues dont la pâte est quelquefois amphibolique, et d'autres dont les galets ne sont liés que par un sable talqueux.

Dans le vallon de Mayrup, au nord de Mézières, on remarque au milieu du dépôt ardoisier une roche bleuâtre ou verdâtre qui se distingue du schiste par une grande abondance de cristaux de feldspath blanc ou rose, accompagnés de grains de quarz hyalin violet ou gris de fumée. M. d'Omalins d'Halloy est porté à lui assigner une origine plutonienne. Elle paraît former un *dyke* au milieu du massif ardoisier, comme ces *dykes* de porphyre que nous avons déjà cités dans le terrain carbonifère. Il est difficile de décider si cette roche est due à l'action ignée, ou s'il faut la considérer comme un conglomérat subordonné au terrain schisteux.

Le granite forme de nombreux filons dans les schistes, les psammites et les amphibolites schisteuses, qui constituent le *killas* des Anglais. A quelques milles de Penzance, dans le Cornouailles, le mont Saint-Michel, île granitique de 300 pieds d'élévation, présente le *killas* dans sa partie septentrionale, et offre du *grunstein* (diorite) en contact avec le granite.

Aux schistes et aux calcaires que nous regardons comme représentant la formation snowdonienne en Morée, se trouvent associées des roches massives et d'origine évidemment plutonique. Ces roches sont de deux natures qui se distinguent essentiellement par leurs caractères minéralogiques : les unes sont amygdalaires, c'est-à-dire des *spilites ;* les autres sont euritiques, c'est-à-dire des *porphyres*.

Les premières sont intimement liées aux calcaires : on les voit constamment percer ceux-ci, et peut-être même que l'abondance du carbonate de chaux réuni en globules et disséminé dans leur pâte tient à cette circonstance, comme le disent MM. Boblaye et Virlet. Les porphyres, au contraire, sont toujours associés aux schistes.

Parmi les nombreuses variétés que présentent ces porphyres, il en est une qui mérite l'attention, par la célébrité dont elle a joui chez les anciens sous le nom de *marbre de Laconie*, et par son emploi dans les monumens où le luxe des Romains l'a prodigué : c'est le *porphyre vert antique* appelé *ophite* par les minéralogistes, mais confondu avec d'autres roches qui portent le même nom, et que M. Boblaye a proposé de nommer *prasophyre*, nom qui, par sa racine, indique la couleur de la roche, et par sa désinence la place

qu'elle doit occuper dans une nomenclature méthodique.

Près de Kielvig, à l'extrémité septentrionale de la Norvège et aux îles Shetland, un *granite* à petits grains, passant quelquefois à un gneiss grenatifère et alternant avec lui, repose, suivant M. de Buch, sur le schiste argileux que M. de Humboldt nomme *thonschiefer primitif*. Dans l'île Mageroë, l'*euphotide* se trouve dans la même position relativement au même schiste argileux.

Les collines de la vallée d'Odeypour, dans l'Hindoustan, offrent, comme le pays de Galles, des alternances de schistes et de roches appelées *grünstein* par M. Hardie, et qui sont les *diorites* des minéralogistes français. Ces roches sont souvent prismées. Dans plusieurs localités où apparaissent les diorites, les schistes ont éprouvé des contournemens dans différentes directions, bien que la direction générale soit toujours ou presque toujours du nord-nord-ouest au sud-sud-est.

SOUS-FORMATION MICASCHISTEUSE.

Comprenant :
- Les roches stratifiées inférieures ou non fossilifères, de M. de la Bèche ;
- Les roches métamorphiques (*metamorphic rocks*), de M. Lyell ;
- Les terrains agalysiens hypozoïques, de M. Al. Brongniart ;
- Le terrain primitif, de M. Rozet ;
- Le sol schisteux cristallin, de M. Boué ;
- Le terrain talqueux, de M. d'Omalius d'Halloy ;
- Une grande partie du terrain primitif, de la plupart des auteurs.

Les dépôts que nous allons examiner ne nous paraissent être qu'une dépendance de la formation snowdonienne ou cambrienne : c'est-à-dire que la plupart des roches qui les composent passent par degrés à celles de cette formation, et qu'elles ne paraissent en différer que parce qu'elles ont été généralement modifiées par l'action des roches ignées ; tandis que dans la formation snowdonienne ces modifications n'ont été éprouvées que par un certain nombre de roches. On voit par là pourquoi nous ne réunissons pas ces dépôts en une *formation* distincte ; on voit aussi pourquoi ils ne présentent point de traces de corps organisés.

Les silicates de magnésie qui se présentent dans cette sous-formation, où ils constituent les *talcschistes* ou *schistes talqueux*, et que nous avons même cités dans la formation

dont elle dépend, ne paraissent être que des schistes argileux modifiés par la chaleur.

Les roches quarzo-talqueuses ou chloriteuses étaient, suivant M. Boué, des grès et des agrégats quarzeux assez grossiers, avec une pâte argiloïde. « La chaleur, dit-il, et les émanations ignées les ont consolidés, et ont changé l'argile et les fragmens d'argile schisteuse en schiste argileux ou bien en schiste argilo-talqueux, tandis qu'ailleurs, au lieu de talc, il s'est formé de la chlorite. Du reste, leur structure arénacée n'est souvent qu'incomplétement effacée, et plusieurs géologues les classent encore dans les *grauwakes*. »

« Les *quarzites*, ajoute-t-il, sont des grès quarzeux, solidifiés par la chaleur ignée; des vapeurs aqueuses, chaudes et probablement alcalines ont travaillé ces sédimens, et les ont consolidés en ramollissant la surface des grains quarzeux et les soudant ensemble. »

Les *micaschistes* passent aux quarzites micacés et talqueux, et aux roches quarzo-talqueuses; « ils semblent, suivant M. Boué, n'avoir été originairement que des grès quarzeux micacés, auxquels la chaleur et le jeu des affinités chimiques, aidés par les imprégnations gazeuses, ont donné une structure cristalline particulière, tandis qu'ils y ont produit une foule de minéraux et de minerais disséminés ou en nids. La production de semblables roches a demandé non-seulement une chaleur très-intense, mais un long espace de temps, et même une grande pression. »

Les *gneiss* sont des psammites qui ont été soumis aussi à un long effet de l'action ignée sous une forte pression. « Les parties argileuses ont fourni surtout l'alumine du feldspath; le mica a cristallisé et les grains de quarz sont devenus plus cristallins par cette fusion et ce refroidissement. » Pendant que ces matières étaient devenues molles, des émanations de divers genres ont provoqué la formation de plusieurs minéraux cristallisés ou amorphes. La pression qu'elles ont subie les a transformées en une roche irrégulièrement feuilletée, cristalline, et plus ou moins granitoïde, suivant le degré de fusion. Mais c'est à tort que les gneiss granitoïdes ont été pris pour des granites ou pour un intermédiaire, un passage du gneiss au granite, et que l'on a admis l'alternance de ces deux roches.

Les *calcaires* ont éprouvé aussi des modifications variées et plus ou moins importantes, selon que l'action ignée et la pression ont plus ou moins agi sur eux: les principales de ces modifications ont eu pour résultats de les transformer

en marbres saccharoïdes, en marbres cipolins renfermant de beaux minéraux cristallisés, et en dolomies contenant des corindons et du sulfure d'arsenic.

Les *gypses* sont le produit des émanations d'acide sulfureux qui ont pénétré les calcaires. Delà est venue, dit M. Boué, leur apparence étrangère aux roches qui les enclavent.

Les *leptynites* ne sont pas, selon M. Boué, des roches d'origine ignée, bien que les uns les aient rapprochées des granites et les autres des gneiss, mais des roches modifiées par l'action ignée, ainsi que l'indique leur structure stratifiée. Ces roches, dit-il, sont des schistes argileux quarzifères. Les schistes ont donné lieu à la production des leptynites, comme les sédimens purement argileux et micacés ont produit les gneiss sans quarz. Les leptynites sont pour M. Boué l'un des derniers termes des modifications ignées possibles ; car si l'action plutonique avait été plus forte, ajoute-t-il, il y aurait eu formation de roches granitoïdes massives avec cessation de toute stratification.

Les *amphibolites* ne sont pas non plus, selon M. Boué, des masses d'éruption ; elles alternent en couches très-minces avec les gneiss et les autres roches ; il lui semble que leur formation ne peut s'expliquer que par des jeux particuliers d'affinités électro-chimiques, qui ont eu lieu dans certaines couches disposées pour cela préférablement à d'autres. « Toute une série de couches sédimentaires, dit-il, a éprouvé les effets de la chaleur et des imprégnations de substances étrangères, mais quelques-unes seulement se sont prêtées à la production des amphibolites. »

Cependant certaines amphibolites voisines des diorites, les éclogites, la roche appelée *kersanton* dans la Vendée, et d'autres roches analogues que l'on voit intercalées dans les schistes, pourraient peut-être bien, selon nous, être rangées parmi les matières ignées.

Plusieurs géologistes distingués, parmi lesquels nous citerons M. Boué, M. Elie de Beaumont, M. Hoffmann, M. Marzari et M. Pareto, admettent qu'il existe des gneiss, des stéaschistes et des micaschistes, de l'époque du terrain jurassique, c'est-à-dire de l'âge des schistes et des grès schisteux, qui ont l'apparence du gneiss et que nous avons cités dans les Alpes de la Tarentaise, ou de ceux que nous avons observés en Krimée. Les observations qui se multiplient chaque jour sur presque tous les points du globe, prouveront si cette opinion doit être réellement admise. Elle n'a rien de contraire aux faits que nous avons exposés.

Lorsqu'on aura déterminé les caractères auxquels on peut reconnaître ces roches, si faciles à confondre avec les roches les plus anciennes, peut-être sera-t-il prouvé que quelques-uns des gneiss, des stéaschistes et des micaschistes que nous allons citer, appartiennent à une époque moins reculée; mais en attendant nous avons dû les considérer comme les considèrent la plupart des géologistes, et comme les ont regardés ceux qui les ont observés en place et qui les ont décrits après les avoir bien étudiés.

Nous venons de passer en revue les roches les plus importantes de la formation micaschisteuse; voyons quelles peuvent en être les divisions.

Quelques géologistes ont considéré chacune des principales roches ci-dessus, c'est-à-dire les schistes talqueux, les quarzites, les micaschistes, les gneiss et les calcaires, comme formant autant de groupes particuliers ou de formations distinctes; d'autres ont établi leurs groupes d'après un ordre de superposition [1]; mais nous ne croyons pas qu'il y ait un ordre de succession constant entre ces différentes roches dans les différentes contrées du globe : c'est du moins l'opinion que nous nous sommes faite en visitant quelques localités de la Normandie, du bassin de la Basse-Loire, des Vosges et de l'Allemagne : d'ailleurs la plupart des roches que nous venons d'examiner passant généralement les unes aux autres, et s'enchevêtrant mutuellement, il est difficile d'y établir des coupûres bien tranchées : toutefois, nous pensons qu'on peut y distinguer deux grands groupes superposés l'un à l'autre, celui du *micaschiste* et celui du *gneiss*.

(1) M. A. Rivière, d'après l'étude qu'il en a faite en Bretagne, divise notre sous-formation, qu'il nomme *terrain non fossilifère*, en six groupes, de la manière suivante :

Groupe supérieur : comprenant les talcschistes, passant aux phyllades, le phyllade, le schiste alumineux, le quarzite, le quarz graphitifère, le phtanite, etc.

Groupe sous-supérieur : composé de protogynes, de steaschiste, passant à la protogyne, d'anagénite, de porphyre quarzifère, d'eurite, de diorite, d'amphibolite, de pétrosilex schistoïde, etc

Groupe moyen : formé de quarzite, d'hyalomicte, de talcschiste, ou chloritoschiste et de micaschiste.

Groupe sous-moyen : dans lequel sont compris le micaschiste demi-compacte, et le gneiss se rapprochant du micaschiste.

Groupe inférieur : comprenant le gneiss qui se rapproche du granite, le granite intercalé dans le gneiss, et le granite sensiblement stratifié, en passant au gneiss quarzeux.

Groupe sous-inférieur : granite non stratifié.

GROUPE SUPÉRIEUR
OU MICASCHISTEUX.

Ce groupe, dont la roche dominante est le micaschiste, présente dans sa partie supérieure des schistes talqueux ou talcschistes qui passent vers le haut au schiste argileux ou phyllade, et vers le bas au micaschiste. Cette roche à son tour passe graduellement au gneiss.

Les roches subordonnées à ce groupe sont le quarzite grenu, le quarzite micacé ou hyalomicte contenant de l'étain oxidé, le quarzite topazosème ou renfermant des topazes et des tourmalines, le calcaire saccharoïde blanc et bleuâtre, le calcaire micacé et cipolin, la dolomie blanche ou noire, le gypse, l'amphibolite schistoïde et des leptynites.

Nous parlerons plus loin des roches ignées qui figurent dans ce groupe.

Les minéraux que l'on trouve dans les roches ci-dessus sont le graphite qui y forme des veines, des filons puissans et de petites couches; les oxides de fer appelés aimant et oligiste; la sidérose ou le fer carbonaté; le fer pyriteux aurifère, souvent en filons puissans; la cassitérite ou l'étain oxidé; la galène argentifère; la blende ou le zinc sulfuré; le cuivre natif et le cuivre pyriteux; l'épidote, le grenat, l'asbeste et le talc cristallisé.

Les strates de ce groupe sont ordinairement fort irréguliers, et souvent même très-ondulés.

GROUPE INFÉRIEUR
OU GNEISSIQUE.

Le gneiss est la roche dominante de ce groupe, qui, dans sa partie supérieure, nous montre cette roche alternant avec le micaschiste, et les deux roches passant de l'une à l'autre; tandis que dans la partie inférieure du groupe le gneiss passe insensiblement au leptynite.

Les roches subordonnées au gneiss sont moins nombreuses que celles que nous avons citées comme étant subordonnées au groupe du micaschiste. Elles y sont plus ordinairement en amas stratiformes que par couches; les principales sont les calcaires blancs lamellaires ou saccharoïdes, les calcaires micacés ou talqueux; les autres roches sont le quarzite compacte bleuâtre, et l'amphibolite schistoïde.

On trouve dans le gneiss à peu près les mêmes espèces minérales que dans le micaschiste : les plus communes sont divers oxides de cuivre, de manganèse, et d'antimoine ; l'étain, le cobalt, et la galène argentifère. En Europe plus que dans les autres parties du monde, le gneiss est traversé par une prodigieuse quantité de filons métallifères.

Ce groupe présente le même genre de stratification que le supérieur ; c'est-à-dire que l'on y remarque beaucoup de plis et de contournemens et des masses énormes traversées par des fissures qui se croisent dans tous les sens, et qui rendent très-difficile de distinguer les fissures de stratification. « Un strate de gneiss, dit M. Rozet, n'est pas compris entre deux plans ni même deux surfaces courbes parallèles, mais bien entre deux surfaces courbes dont les inflexions ne se correspondent pas toujours, ce qui rend l'épaisseur du strate extrêmement variable ; ensuite des fissures accidentelles viennent couper les premières, et souvent, au lieu de couches, on ne distingue que des masses prismatiques fort irrégulières. Cependant, en observant sur une grande étendue, on reconnaît une structure stratiforme assez bien déterminée. »

SOUS-FORMATION MICASCHISTEUSE.

En France.

Les caractères que nous venons de résumer se présentent avec si peu de différences de quelque importance dans les micachistes et les gneiss des différentes parties du monde, que nous croyons inutile d'entrer dans de longs détails sur les contrées qui offrent les deux groupes ci-dessus : le peu de mots que nous en dirons suffira pour prouver, en effet, combien de points de ressemblance ils offrent partout.

Suivant M. Rivière, le micaschiste occupe dans la Bretagne plusieurs régions quelquefois très-étendues. Au milieu de cette roche, qui se fait remarquer par une infinité de nuances, on voit affleurer de petites masses de hyalomicte ou de quarzite micacé, de gneiss et de granite, comme à Saint-George de Pointindoux et à Avrillé. Ce micaschiste renferme un grand nombre de minéraux ainsi que plusieurs roches quarzeuses, entre autres un quarzite graphitifère et un quarzite celluleux contenant une substance ferrugineuse provenant de l'oligiste, et qui, néamoins, dit M. Rivière, ne ressemble point au sidérocriste.

Le gneiss, accompagné de leptynites et de pegmatites,

souvent de la variété graphique, est bien développé sur la côte des Sables-d'Olonne, et par son prolongement sous les eaux va former l'Ile-Dieu. Ce gneiss abonde généralement en gisemens métallifères, principalement en galène et en antimoine.

Parmi les observations que M. Rozet a faites sur les montagnes qui séparent la Loire du Rhône et de la Saône, nous remarquons que sur les bords de la Brévenne le micaschiste qui se montre peu développé passe par degrés au talcschiste; que sur les rives du Gier, surtout celles qui bordent sa droite, il acquiert un développement considérable, et présente une stratification évidente mais très-tourmentée : ses strates sont coupés par de nombreuses veines de quarz.

Vers le sommet des montagnes, sur le flanc oriental de la vallée de la Brévenne, le gneiss perd son mica et passe au leptynite, qui constitue la plupart des cimes.

En France, le micaschiste occupe des espaces ordinairement fort étendus; mais dans les Vosges, il ne se montre que sur quelques points pour disparaître bientôt sous les schistes argileux ou phyllades. Sa masse est divisée en couches très-irrégulières, dont l'inclinaison est la même que celle des strates du gneiss qui la supporte.

Le micachiste de la montagne du Climont, au nord de Lubine, se transforme par degrés, dit M. Rozet, en schiste talqueux, qui devient lui-même un phyllade. Au fond de la vallée qui va du village de Lubine au Climont, on a exploité dans le micaschiste un filon de galène avec cuivre pyriteux, accompagné d'eurite, et renfermé dans une gangue de quarz blanc.

Le micaschiste passe au gneiss, qui forme au nord de Lubine le flanc de la vallée de la Meurthe. Cette dernière roche est très-développée sur le bord septentrional de la vallée de Weissbach. Le graphite se montre très-souvent dans le gneiss des environs de Sainte-Marie-aux-Mines; il y devient même tellement abondant, qu'il remplace presque entièrement le mica, et mérite alors le nom de *gneiss graphiteux*.

Dans les Pyrénées, le groupe micaschisteux se compose de micaschiste proprement dit, de micaschiste quarzeux et de micaschiste compacte, de schiste argileux ou phyllade, de schiste talqueux ou talcschiste. Le gneiss présente un grand nombre de variétés, qui diffèrent par leur composition et leur couleur. Le micaschiste des Pyrénées renferme souvent la variété d'andalousite appelée *chiastolithe*.

SOUS-FORMATION MICASCHISTEUSE.

En Ecosse.

Le groupe du micaschiste constitue la plus grande partie du milieu de l'Ecosse, au nord d'une ligne tirée depuis le bord de la mer, à 2 milles au nord de Stonehaven, jusqu'à l'embouchure de la Clyde. Les micaschistes que l'on y remarque sont, outre la variété ordinaire, composée de mica à grandes lames et de quarz, celle où le quarz est abondant, c'est-à-dire le micaschiste quarzeux, celle qui contient du feldspath ou le micaschiste feldspathique, et celle qui renferme du talc ou le micaschiste talqueux. Des couches de gneiss, de quarz, d'amphibolites, principalement schisteuses, et de calcaires en général saccharoïdes et de diverses couleurs, sont subordonnées à ces micaschistes. On y trouve aussi des talcschistes et des schistes chloriteux; enfin, des roches ignées dont nous parlerons plus tard.

Le gneiss, dit M. Boué, n'est pas fort abondant en Ecosse, et ce n'est que dans la partie septentrionale de ce royaume qu'il paraît occuper des espaces considérables. Dans la partie méridionale, il en cite autour de trois masses granitiques. Ce gneiss est généralement compacte violâtre, et composé de feldspath et de mica; le quarz y est en petits filons. Il passe quelquefois à une roche noirâtre schisteuse contenant du fer sulfuré, et peut-être çà et là assez d'amphibole. Dans les environs de Strontian, le gneiss est ordinairement composé de feldspath rougeâtre ou rosâtre, de quarz d'un blanc grisâtre et de mica noirâtre. Sa structure est rubannée simple ou plus fréquemment contournée; tantôt il prend un peu l'aspect du granite, et tantôt celui du micaschiste, par une accumulation plus grande du mica au lieu de feldspath.

SOUS-FORMATION MICASCHISTEUSE.

En Allemagne.

Saxe. Dans la chaîne de l'Erz gebirge, le micaschiste passe tantôt au schiste argileux ou phyllade, et tantôt au gneiss; le plus souvent il est très-difficile de le distinguer de ce dernier. Il varie beaucoup de nature et de couleur, et ce n'est qu'en un petit nombre de points qu'il se montre avec son caractère propre, formé de bandes alternatives de quarz grisâtre et de mica jaunâtre; c'est alors qu'il contient beaucoup de grenats disséminés.

Les roches qui lui sont subordonnées sont des couches de grenat et d'actinote, ainsi que des couches d'aimant, comme à Ehrenfriedersdorf, et des bancs de pyrite, de fer et de manganèse, comme à Graul. Les bancs de pyrite ont souvent jusqu'à 6 pieds d'épaisseur. On y trouve aussi des couches et des amas de quarz stannifère et des filons d'étain.

De même que le micaschiste, le gneiss est très-répandu dans l'Erz-gebirge. Le premier forme la partie occidentale, et le second la plus grande partie de l'extrémité orientale de la chaîne.

Le gneiss ne varie pas moins que le micaschiste dans ses principes constituans. A Freyberg, il est très-micacé, très-schisteux; à Himmelsfürst, au contraire, il est plus grenu et moins schisteux.

Les roches subordonnées au gneiss sont le quarzite, le feldspath avec tourmaline, diverses variétés de calcaires et des amphibolites. Il est pénétré par des filons de granite et par des masses de porphyre.

Dans la vallée de Müglitz, le gneiss est superposé au schiste argileux.

Prusse. Dans la Silésie supérieure, le micaschiste se montre en abondance: il constitue les cimes des Sudètes, et paraît sur les bords de la Neisse. Cette roche, dans laquelle le mica domine généralement, suivant M. Manès, est le plus souvent à feuillets droits très-minces. « Quelquefois la proportion de quarz augmente beaucoup, les feuillets deviennent plus épais, et la roche est résistante au feu, comme près de Carlsbrunn; d'autres fois il prend du feldspath dans sa composition; c'est surtout près des points où paraît le gneiss. »

Les minéraux que renferme le micaschiste de cette partie de la Silésie, sont l'épidote cristallisée, l'andalousite rouge de chair, le fer sulfuré et magnétique, enfin le grenat qui, par son abandance, semble le caractériser.

Les couches qui y sont subordonnées sont le calcaire blanc saccharoïde, le calcaire compacte, esquilleux bleu clair, des schistes amphiboliques, du fer arsenical, et d'autres couches ferrugineuses.

Le gneiss domine sur l'Eulen-gebirge, qu'il constitue presque uniquement, et d'où il s'étend entre Frankenstein et Reichenbach, où il alterne avec le micaschiste. Dans les Sudètes, il ne se montre qu'en petite quantité, et il offre des passages au micaschiste, qui en forme le faîte. Il se compose ordinai-

rement de mica blanc, de quarz gris, et de feldspath blanc jaunâtre.

Le calcaire et des roches amphiboliques y forment des couches; et l'on y remarque des filons de granite, de porphyre, de minerai de plomb, de zinc, de fer et de cuivre [1].

SOUS-FORMATION MICASCHISTEUSE.

En Hongrie et en Transylvanie.

Le sol ancien de la Hongrie septentrionale, entièrement situé au sud des Karpathes, dit M. Boué, est composé surtout de micaschiste, de schiste argileux, et de roches quarzo-talqueuses ou chloriteuses. Ces dernières roches sont en apparence les schistes argileux les plus récens; et çà et là des couches de calcaire compacte ou grenu s'associent même aux quarzites. Le gneiss est une roche comparativement rare dans la Hongrie; il a souvent une tendance à passer au gneiss talqueux, et environne certaines montagnes granitiques, telles que celles du Tatra-Velka, Tatra-Mala, etc. Dans ce dernier cas, la structure granitoïde du gneiss devient de plus en plus prononcée [2].

Dans la vallée qu'arrose la rivière de Gran, on remarque le micaschiste et les roches qui en dépendent; en allant d'Also à Sajo, M. Beudant a observé un micaschiste dont les couches sont contournées de différentes manières, et dont le quarz forme des noyaux qui ressemblent souvent à des cailloux roulés, et plus loin un micaschiste à texture arénacée. Aux environs de Szlana, le micaschiste est gris; son mica devient doux et onctueux au toucher, et la roche passe à un schiste talqueux ou talcschiste. Le cinabre accompagné de mercure natif et de mercure argental, le cuivre gris mélangé de mercure, des pyrites, forment des amas lenticulaires dans le micaschiste et ont pour gangue la barytine.

Les montagnes du Comitat de Gömor, le Kralova-Hola, le groupe du Tatra, et les hauteurs de Fagaras qui forment les limites septentrionales de la Valachie, sont principalement composées de gneiss, qui, renfermant les élémens du granite, prend un aspect qui lui mérite le nom de *gneiss*

1 Mémoires géologiques et métallurgiques sur l'Allemagne, par M. Manès, ingénieur des mines. — 1828.

2 Coup d'œil d'ensemble sur les Karpathes, le Marmarosh, la Transylvanie, etc.; par M. A. Boué.

granitoïde. Cette roche en perdant son feldspath passe par degrés au micachiste [1].

Ce micaschiste assez quarzifère s'étend en Transylvanie, par Holto et Tolgyes jusque dans la Moldavie. Près de Stolo, il comprend du calcaire grenu blanc, et à Folgyes on y remarque dans une gangue de quarz un filon de galène argentifère de 3 pouces à 1 pied d'épaisseur, qui court parallèlement aux feuillets de la roche [2].

SOUS-FORMATION MICASCHISTEUSE.

En Grèce.

Les stéaschistes, les micachistes, les gneiss et le granite forment la plupart des îles de la Grèce ; mais nous ne parlerons que de Syra, parce que c'est la seule dont nous ayons visité une partie du sol, et sur laquelle nous avons reconnu la précision des descriptions que M. Virlet donne de ces roches. Celles qui dominent dans cette île sont les micaschistes, les stéaschistes et les calcaires; les gneiss ne s'y montrent que sur quelques points. Les micaschistes y sont pour la plupart d'un gris bleuâtre ou verdâtre, souvent satinés, contenant de petits lits mélangés de diallage verte, ou alternant avec des feuillets de mica d'un blanc nacré. Quelques variétés contiennent des cristaux d'amphibole noire ou verte, de petits grenats, ou de petits cristaux de fer sulfuré. Dans certaines localités le micaschiste devient calcarifère et passe par des calschistes à un calcaire lamellaire ou grenu ordinairement jaunâtre, et quelquefois gris, contenant souvent du mica, du fer oligiste et du fer carbonaté ; par son mélange avec de la diallage verte, du disthène et des grenats, il passe à la roche appelée éclogite. Quelquefois le disthène est tellement abondant au milieu du micaschiste qu'il y forme une véritable roche en couches subordonnées, qui ont depuis 4, 6 et 8 pouces jusqu'à 1 pied de puissance. Syra offre le seul exemple du disthène en roche. L'amphibolite est subordonnée aussi au micaschiste.

Le groupe du gneiss ne se montre point dans la presqu'île de Morée ; celui du micaschiste y existe, mais n'y est point très-développé, bien qu'il occupe des espaces assez étendus. Il appartient à la division appelée par MM. Boblaye et

[1] Voyage minéralogique et géologique en Hongrie, pendant l'année 1818, par M. Beudant.

[2] Journal d'un voyage géologique fait à travers toute la chaîne des Karpathes, par feu M. Lill de Lilienbach.

Virlet, *Groupe des schistes anciens des terrains primordiaux de la Morée.* Le micaschiste se montre avec des caractères qui en font trois variétés différentes. C'est le micaschiste à éclat soyeux, contenant de petits cristaux d'épidote; c'est le micaschiste fibreux rouge montrant à sa surface des amas de fer carburé terreux; c'est enfin le micaschiste gris rougeâtre ferrugineux et très-quarzeux ressemblant à certains gneiss.

Les schistes argileux qui se présentent en Morée paraissent être une sorte de modification des micaschistes. Ces schistes se divisent en grandes tables minces, ordinairement d'un bleu foncé, piqueté très-uniformément de petits grains rouges enveloppés dans la pâte schisteuse. Ils sont souvent fibreux et satinés.

Des stéaschistes sont subordonnés aux schistes; et l'on voit alterner avec ceux-ci des calcaires tantôt grenus, tantôt un peu cristallins, d'un bleu foncé ou d'un gris passant au gris noir : celui-ci est à cassure droite ou un peu conchoïde. Des quarzites purs, et des quarzites micacés alternent aussi avec les schistes [1].

SOUS-FORMATION MICASCHISTEUSE.

En Amérique.

AMÉRIQUE SEPTENTRIONALE. *Etats-Unis.* Dans la partie méridionale des Etats-Unis, depuis Alabama jusque dans la Caroline septentrionale, les montagnes se composent de micaschiste, de gneiss, de talcschiste et de quarzite, dont les couches sont généralement verticales. Le quarzite accompagné de talcschiste renferme des filons aurifères. Un filon qu'on exploite près d'Habersham dans la Géorgie, est intercalé dans un talcschiste qui passe au micaschiste. Sur les bords du Valley-River le micaschiste est talqueux, pétri de staurotides et contient des masses aurifères. Sur les rives du Tennessée et du Nauteale, les sables aurifères reposent sur des gneiss, des micaschistes et des talcschistes [2].

Dans les groupes des monts Alleghanys, les montagnes Bleues (*Blue-Ridge*), qui en constituent la chaîne centrale, présentent vers l'ouest une masse de gneiss; et les monts

1 Expédition scientifique en Morée : géologie et minéralogie.

2 Mémoire sur les mines d'or de la partie occidentale de la Caroline du Sud et sur la portion orientale du Tennessée; par M. J. Peck.

Cumberland à l'ouest des Alleghanys proprement dits, sont composés de micaschiste, de gneiss et de phyllade.

L'immense chaîne des montagnes Rocheuses est, suivant M. John Ball, composée en grande partie de micaschiste, de gneiss, de talcschiste et d'amphibolite.

AMÉRIQUE MÉRIDIONALE. *Colombie.* « Les masses continues de micaschistes les plus considérables que j'aie vues, dit M. Humboldt, dans l'Amérique équinoxiale, sont celles de la Cordillère du littoral de Venezuela, où le granite-gneiss domine depuis le cap Codera jusqu'à la Punta-Tucacas (à l'ouest de Porto-Cabello), tandis que la même Cordillère est composée de micaschiste et même d'un micaschiste grenatifère vers l'est, dans les montagnes du Macanao, de l'île de la Marguerite, et dans toute la péninsule d'Araya. A l'ouest de Chuparipari, cette dernière roche offre de petites couches de quarz avec granite et titane rutile. Près de Caracas, le calcaire grenu forme des couches, non dans le micaschiste, mais dans le gneiss; au contraire, dans les montagnes du Tuy, c'est un micaschiste passant (comme dans la vallée de Capaya) au schiste talqueux, qui renferme des bancs de calcaire primitif et de petites couches de zeichenschiefer (ampélite graphique). »

Dans les montagnes de la Parime, le gneiss passe quelquefois au micaschiste. Il rend resplendissant, au lever et au coucher du soleil, suivant le célèbre voyageur, les flancs de plusieurs montagnes, telles que le pic Calitamini, et le Cerro Ucucuamo, et a contribué à la fable de l'existence dans cette contrée du pays del Dorado et des prétendues richesses de la Guyane espagnole en métaux précieux.

Entre Guamote et Ticsan, près d'Alausi, le micaschiste présente un amas de gypse et une immense couche de quarz renfermant du soufre. Non loin de Gonzanama, dans le ravin de Vinayacu, on remarque une couche de graphite lamellaire dans le micaschiste.

Dans la Cordillère des Andes le gneiss et le micaschiste alternent un grand nombre de fois; mais dans ces alternances le micaschiste est toujours dépourvu de grenats.

Le gneiss des Cordillères, dit M. de Humboldt, abonde bien plus que le micaschiste en couches subordonnées de calcaire grenu, souvent micacé et rempli de pyrites. Dans l'Amérique équinoxiale, comme aux extrémités septentrionales de l'Europe, le grenat est très-commun dans le gneiss, et cette roche ne cesse d'en contenir que lorsqu'elle se rapproche du micaschiste.

Formes du sol de la sous-formation micaschisteuse.—Les montagnes composées de micaschiste sont quelquefois élevées, et alors leurs flancs ont une pente plus rapide que ceux des montagnes de gneiss; cependant elles n'offrent point de cimes escarpées ni de profondes vallées; leurs contours un peu arrondis ne présentent point de saillies fort élevées; elles se terminent souvent par des plateaux. Les montagnes de micaschiste sont quelquefois disposées par groupes, dont quelques sommets s'élèvent au-dessus des autres; rarement deux sommets placés à peu de distance atteignent la même hauteur. Leurs pentes sont fréquemment disposées en forme de terrasse, et traversées par de nombreux ravins.

En Ecosse, suivant M. Boué, ces montagnes ont toutes une forme pyramidale irrégulière, et une base fort étendue. Elles forment en général de grandes masses angulaires, se terminant en pointe peu élancée. Lorsque le quarz domine dans le micaschiste, cette roche constitue des montagnes terminées par des pyramides pointues, ou bien par des cônes arrondis. On monte ordinairement sur les montagnes de micaschiste au moyen des échelons naturels qu'elles présentent, ce qui donne à plusieurs d'entre elles des profils ondulés. « Très-souvent et surtout au bord des vallées contenant encore des lacs, les premières pentes sont assez rapides pour fatiguer le voyageur, tandis que les secondes le sont moins, et que pour les dernières, il faut de nouveau un moment de courage; aussi ne monte-t-on assez facilement plusieurs de ces montagnes que lorsque leur base est déjà très-élevée. » Les vallées sont presque toutes transversales, très-rarement longitudinales. Les premières présentent des étranglemens et se terminent par des cols échancrés, au haut desquels se trouve souvent une petite plaine dans laquelle on voit quelquefois un lac; les secondes sont presque toujours-très-étroites.

Le gneiss constitue des montagnes assez élevées, mais qui offrent rarement ces hautes sommités qui dominent toute une contrée. Les vallées sont ordinairement étroites, et commencent presque toutes par un cirque dont les bords sont très-inclinés.

Dans les Vosges, les montagnes de gneiss présentent des contours arrondis, peu d'escarpemens, et point de crêtes dentelées. Elles constituent toujours des massifs ayant chacun une partie centrale dont toutes les autres divergent.

Dans les Cévennes, le gneiss ne forme que des collines;

mais ces collines présentent des caractères semblables à ceux des massifs dont nous venons de parler.

Dans les îles de l'Ecosse, le gneiss ne constitue qu'un sol ondulé, n'offrant que çà et là quelques protubérances de 100 pieds de hauteur, séparés par de petits lacs ou des plaques de gazon. Dans l'Ecosse proprement dite, le gneiss, presque toujours couvert de tourbe, ne présente que des montagnes peu élevées, qui, sur la côte occidentale, offrent des pentes très-escarpées, et souvent comme des falaises.

Utilité dans les arts. — Les micaschistes fournissent, dans certains pays, de larges dalles que l'on emploie à couvrir les maisons, et des morceaux plus ou moins épais qui servent à la bâtisse. Le gneiss est rarement employé, parce qu'il est, en général, très-difficile à tailler; cependant, à Freyberg, il fournit de belles plaques que l'on emploie dans les constructions, mais qui se laissent facilement pénétrer par les eaux. Les calcaires subordonnés au gneiss donnent de très-beaux marbres, surtout les variétés blanches saccharoïdes. Quelques-uns de ces calcaires sont simplement, comme dans les Vosges, employés à faire de la chaux grasse. Mais les micaschistes et les gneiss sont, comme nous l'avons dit précédemment, assez riches en minerais exploités : ainsi la mine d'étain de Geyer, en Saxe, qui, après avoir été assez riche, ne fournit plus aujourd'hui que 50 kilogrammes de métal, forme des filons au milieu d'une masse granitique dans le gneiss. C'est aussi dans le groupe du gneiss que se trouvent les mines d'étain de Marienberg et d'Ehrenfriedersdorf, en Saxe, qui occupent chacune soixante ouvriers, et livrent chacune annuellement au commerce 50 à 60 quintaux d'étain.

Le groupe du micaschiste présente aussi des gisemens métalliques. A Szlana, dans le Comitat de Gömör, en Hongrie, on exploite du mercure en nids dans le micaschiste; les riches mines de cuivre de Dognaszka, d'Oravicza et de Szaszka, dans le Banat, se trouvent aussi au milieu du micaschiste ou des calcaires qui lui sont subordonnés. Il y a également des minerais de fer oligiste que l'on exploite dans le micaschiste en Hongrie. A Botza, les riches mines de cuivre argentifère et aurifère, exploitées depuis très-longtemps, sont dans le gneiss.

Les filons, autrefois si riches et aujourd'hui abandonnés, que l'on exploitait, près de Sainte-Marie, de la Croix-aux-Mines, en Alsace, et qui se composaient de galène

argentifère contenant de l'argent natif, du cuivre, du cobalt, etc., se trouvent aussi dans le groupe du gneiss.

Dans les roches plutoniques intercalées dans le gneiss, il en est une appelée *Kersanton*, en Bretagne, où on l'exploite pour décorer les monumens; elle est très-facile à tailler, et elle prend un beau poli.

Dans beaucoup de pays, et entre autres en France, dans le département des Vosges, les calcaires du groupe gneissique sont exploités pour embellir les édifices. Le marbre blanc contenant un peu de serpentine des environs de Saint-Diey, et le cypolin des carrières du Chipal, près de Fraise, alimentent les marbreries d'Epinal.

La surface du sol occupé par le micaschiste est ordinairement sèche et aride; il en est de même de celle du sol qui s'étend sur le gneiss. En Ecosse, les montagnes de micaschiste et de gneiss ne sont couvertes que de bruyères et de tourbières. Cependant, au centre des Alpes, les arbres qui garnissent les flancs des vallées à une certaine distance des crêtes, croissent sur une épaisse couche d'alluvions qui recouvre le gneiss. Dans les Vosges, on remarque de belles forêts sur les montagnes de gneiss, et des prairies entremêlées de champs cultivés dans le fond des vallées, et même sur les flancs.

Les environs de Sainte-Marie-aux-Mines, bien que le gneiss y domine, sont garnis d'un grand nombre d'arbres fruitiers.

DÉPÔTS PLUTONIQUES.

Les groupes du micaschiste et du gneiss sont, ainsi qu'on l'a vu précédemment, trop évidemment liés avec les roches ignées, pour que nous ayons besoin d'en fournir un grand nombre d'exemples.

Dans plusieurs localités du département de la Vendée, le gneiss est tellement uni à des dépôts de granite, que M. Rivière a même cru remarquer le passage de l'une à l'autre de ces roches.

L'espèce de syénite appelée *kersanton* en Bretagne, appartient au groupe du gneiss. C'est une roche noirâtre, composée d'amphibole d'un noir grisâtre, de mica brun et de quarz blanchâtre, avec très-peu de feldspath. On l'exploite aux environs de Saint-Pol.

Si M. Rozet n'a pas observé de filons de roches plutoniques dans le micaschiste des montagnes qui séparent la

Loire du Rhône et de la Saône, il a signalé des eurites, des diorites, des porphyres et du granite, qui ont pénétré, en veines et en filons, dans le gneiss de ces montagnes. Le quarz et le leptynite y forment aussi des filons; mais le granite et même le leptynite constituent de puissantes masses transversales au milieu du gneiss.

Dans les Vosges, diverses espèces de porphyres et d'eurites pénètrent en filons et en grosses masses dans le gneiss, ainsi que la syénite schistoïde, la pegmatite et le granite.

En Ecosse, le micaschiste abonde en filons granitiques. Le mont Tor-Nion, près de Ranza, dans l'île d'Arran, en présente un exemple remarquable. Le micaschiste se trouve en contact avec le granite qui le pénètre d'un nombre immense de petits filons dont les uns aboutissent à la masse granitique, tandis que d'autres en paraissent isolés. Le granite dont ils sont formés est à petits grains et à feldspath d'un blanc grisâtre. Aux environs de Garviemore, dans la vallée de Drummond, les filons granitiques dans le micaschiste étonnent, à la première vue, par leur ressemblance avec des filons basaltiques. On ne remarque d'abord que trois filons larges de 15 à 16 pieds; mais en regardant plus attentivement, et en descendant dans le lit de la Spey, on voit qu'entre ces filons il y en a un nombre infini de plus petits qui courent, s'anastomosent et s'intercalent entre les feuillets de la roche, dans toutes les directions possibles. Les larges filons de cette localité sont composés d'un granite grossier à feldspath rouge, et à lames de mica noirâtre avec plus ou moins de quarz; d'autres moins larges présentent encore la même composition; dans les plus petits, le mica devient plus visible, et il se termine d'une manière insensible par leur changement en petits filons de quarz qui se ramifient dans tous les sens. Quelques-uns n'offrent presque que des quarz et du mica.

Le gneiss de l'Ecosse présente aussi des filons granitiques qui ont 6 à 10 pieds d'épaisseur, et qui sont accompagnés d'un grand nombre d'autres très-petits. Près de Strontian, le gneiss est associé à des granites grisâtres blancs; sur le côté occidental de la baie de Linnhé, à des diabases avec feldspath rougeâtre; et au sud d'Aberdeen il renferme des filons de pegmatite [1]. Aux environs d'Inverary et du lac Lomond, on remarque dans le gneiss et les talcschistes des

[1] Essai géologique sur l'Ecosse, par A. Boué.

filons, et même des filons-couches de porphyres syénitiques.

Dans la Bavière, on cite, près du bourg d'Hafnerzell, à deux lieues de Wegscheid, des dômes de granite dans des gneiss qui contiennent du graphite, et dont les couches sont horizontales.

La Grèce avec ses îles nous offre des dépôts plutoniques intercalés aussi dans le micaschiste et le gneiss. Dans l'île de Tine, on voit des pegmatites suivies de leptinites, de micaschistes et de gneiss. À Mycone, on remarque des alternances de gneiss, de protogyne et de granite. A Délos, il y a des micaschistes noirs à filons et amas de pegmatite.

La presqu'île de Morée présente une association bien marquée des micaschistes et des roches plutoniques.

Les diorites, les euphotides et les serpentines, forment souvent des filons dans les gneiss, comme en Silésie, en Ecosse et dans les Pyrénées.

Les micaschistes, les gneiss des monts Ourals et des monts Altaï, ont été traversés par des éruptions dioritiques et granitiques, accompagnés de sublimations métalliques qui ont rempli les fentes et les crevasses des roches schistoïdes, et y ont formé des filons de divers minerais. Dans les monts Ourals, les masses ignées se sont fait jour sur le versant oriental, tandis que sur le versant opposé il s'est formé des amas cuivreux; des masses gypseuses et salifères se sont déposées sur les deux côtés de la chaîne. Cette particularité, dit M. Boué, distingue l'Oural des Alpes : dans ce dernier cas, les éruptions ignées ont eu lieu surtout sur le côté méridional, tandis que des émanations acides se sont fait jour principalement sur le côté opposé, et y ont donné lieu à des amas de gypse, et principalement de sel.

TABLEAU

DE LA PUISSANCE ET DE L'ÉLÉVATION DU TERRAIN SCHISTEUX.

FORMATION CARADOCIENNE OU SILURIENNE.

	Localités.	Nature des dépôts.	Puissance.	Elevation.
Europe.	Angleterre.	Roches de Ludlow.	650m.	0m.
	idem.	Roches de Dudley.	580	»
	idem.	Roches d'Horderley.	800	»
	idem.	Schistes de Builth et de Llandeilo.	390	»
	France (Calvados).	Schistes et psammites.	300	160
	Harz.	Psammites	»	700

FORMATION SNOWDONIENNE OU CAMBRIENNE.

	Localités.	Nature des dépôts.	Puissance.	Elevation.
Europe.	France (montagnes Noires dans les Cévennes).	Schistes et calschistes.	»	160
	idem. (environs d'Angers).	Schistes ardoisiers.	50	»
	idem. (environs de Rimogne.).	*idem.*	180	»
	Angleterre.	Roches du Snowdon.	1400?	1040
	idem.	Roches du Skiddaw.	1400?	1100
	Ecosse (le mont Ledi).	Psammites.	»	975
	(le mont Birnam).	*idem.*	»	480
	Tyrol.	*idem.*	»	2000
	Hongrie.	Schistes argileux.	»	750
	Prusse (Harz orient.).	*idem.*	»	320 à 650
	Norvège (environs de Zell).	Psammites et schistes chloriteux.	»	350
	idem. (chaînes de Mareskals).	*idem.*	»	1845
Asie.	(Monts Ourals.)	Grès et quarzites.	500	580
	Hindoustan (montagnes d'Anjar).	*idem.*	»	190
	idem. (Mont Abou).	*idem.*	»	1500
Afrique : env. d'Alger.		Calcaires.	150	»
		Schistes et talcschistes.	400	»

	Localités	Nature des dépôts.	Puissance.	Elévation.
AMÉRIQUE.	Brésil : montagnes de Minas Géraes. .	Itacolumite ou grès élastique.	300 à 600m.	1950 m.
	Colombie : Andes de Quito	*idem.*	»	3118

SOUS-FORMATION MICASCHISTEUSE.

	Localités	Nature des dépôts.	Puissance.	Elévation.
EUROPE.	Norvège.	Micaschiste.	»	880
	idem. (mont Kjolveg). . .	Gneiss.	700	700
	idem. (mont Sognefield).	*idem.*	»	2435
	Finlande (Point culminant	*idem.*	»	390
	Laponie (mont Sulitelma). . .	*idem.*	»	1880
	idem. (mont Sneehatten). . .	*idem.*	»	2300
	Ecosse (mont Lawers). . . .	Micaschiste. . . .	»	1080
	idem. (mont Shehallien) . .	*idem.*	»	1300
	Iles Shetland (mont Rona)	Gneiss	»	1135
	France (Vosges). . .	Gneiss.	660	1000
	idem. (pic Quairat, dans les Pyrénées).	Micaschiste. . . .	»	3037
	Hongrie (mont Tatra)	Gneiss.	»	2399
	Wurtemberg (cime du Feldberg : Swarzwald). .	*idem.*	»	1425
	Espagne (pic de Veleta, dans la Sierra Nevada).	Micaschiste.	»	1500
ASIE.	Hindoustan (montagnes de l'Adjmyr).	Gneiss et micachiste.	»	700
	Afghanistan (bords de la rivière de Caboul).	*idem.*	650	»
AMÉRIQUE.	Colombie (Nevado de Quindiu) . . .	Micaschiste. . . .	300	»
	idem. (Paramo del Hatillo).	Gneiss et micaschiste.	»	4000

TABLEAU GÉOGRAPHIQUE

DU TERRAIN SCHISTEUX.

FORMATION CARADOCIENNE OU SILURIENNE.

Nature des dépôts.	Localités.
Roches de Ludlow et calcaire de Dudley.	EUROPE. — *Angleterre :* environs de Ludlow et de Great Wenlock, dans le comté de Salop ; de Dudley, dans le comté de Worcester ; de Plymouth, d'Ashburton, de Chudlegh et de Torquay, dans le comté de Devon : calcaire de Babbacombe, dans le même comté. *Suède :* environs de Linkœping et de Motala (préfecture de Linkœping) de Falkœping (préfecture de Skaraborg). *Norvège :* golfe de Christiania ; environs de Drammen ; de Porsgrund, dans le diocèse de Christansand, île de Storoë. *Belgique :* environs de Héer et de Falmignoule, dans la province de Namur ; de Theux, près de Verviers, dans celle de Liége. *Prusse :* environs de Bonn ; calcaire de Gerolsteim et des montagnes de l'Eifel, ainsi que du Westerwald, sur la rive droite du Rhin ; environs de Ratingen, près de Dusseldorf (province rhénane). *France :* entre Vireux et Givet (Ardennes) ; près de la Pernelle ; environs de Cherbourg, de Valognes, de Coutances (Manche) ; plusieurs localités du département du Calvados et de celui du Rhône. Environ de Rennes (Ile-et-Vilaine) ; de Landerneau, de Plougastel (Finistère) ; de Goncelin (Isère). *Turquie :* diverses localités de la Servie. *Russie :* environs de Vilna ; plusieurs localités de la Courlande et de la Lithuanie ; environs de Tzarskoïé-Célo.

Nature des dépôts.	Localités.
Roches de Caradoc et schistes de Builth et de Llandeilo.	*Angleterre :* environs du village d'Horderley, dans le comté de Salop ; de Builth et de Llandeilo, dans la principauté de Galles. *Suède :* environs d'Andrarum, en Scanie, base de la colline de Kinnekulle, en Westrogothie. *Norvège :* Sundewold, au nord de Christiania ; environs de Drontheim et de Swangstrang, dans le golfe de Christiania (calcaire à encrines) ; île d'Helge. *Belgique :* entre Hun et Dave, dans la province de Namur ; environs de Viel-Salm, dans la province de Liége. *Prusse :* entre le mont Brocken ou Bloxberg et Ilsenbourg (province de Saxe) : environs de Siegen (province de Westphalie) ; de Liebau (province de Silésie) ; environs de Coblentz, d'Altenkirchen (prov. rhénane). *Duché de Saxe-Meiningen :* environs de Grafenthal. *Bohême :* environs de Prague et de Pilsen. *Moravie :* environs de Brünn. *Galicie :* env. de Neusandec et d'Altsandec. *Hanovre :* au Rammelsberg ; environs d'Elbingerode et d'Andreasberg. *France :* entre Fepin et Givet (Ardennes) : environs de Maubeuge (Nord) ; environs de Châteaulin et de Morlaix (Finistère) ; environs de Thann (Haut-Rhin) et de Schirmeck (Vosges). *Suisse :* environs de Glaris, de Lenz, etc., dans le canton des Grisons.
Psammites, schistes et anthracite, plus ou moins semblable à la houille	*Irlande :* environs de Killarney et de Tralée, dans le comté de Kerry ; d'Abbeyfeale, dans le comté de Limerick ; dans les comtés de Cork, de Tipperary et de Waterford. AFRIQUE. — *Algérie :* environs d'Alger. *France :* houillère de Mont-Jean, de Montrelais, de Saint-George-de-Châtelaison et autres du département de Maine-et-Loire Exploitation d'anthracite de Fragny, près de Bully (Rhône). *Espagne :* environs d'Avilès, de Santa-Maria de la Pola, de Luanco, de Gijon, de Llanes, et d'autres localités de la province des Asturies ; environs de Santiago, en Galice.
Psammites, grès, agglomérats, schistes et calcaires de l'étage supérieur.	*Turquie :* environs de Novibazar, en Bosnie ; de Pristina, en Albanie, et les montagnes centrales de la Servie. AMÉRIQUE. — *Etats-Unis :* chaîne de Chitteaweerange, dans la région méridionale, environs de Boston.

Nature des dépôts.	Localités.
Schistes argileux, grès, roches micacées et talqueuses, calcaire compacte et semi-grenu de l'étage inférieur.	EUROPE. — *Russie :* les deux îles de Novaïa Zemlia (Nouvelle-Terre ou Nouvelle-Zemble). *Turquie :* montagnes entre la Mitrovitza et le Drin-Blanc; Balkans; environs de Prestina, en Albanie; environs de Belgrade, en Servie; d'Uskup et de Parlépé, en Romélie; environs de Constantinople, jusqu'aux rives de la mer Noire. ASIE. — *Turquie :* bords du Bosphore, depuis la mer Noire jusqu'à Scutari; et depuis le littoral jusques vers le mont Olympe. *Empire Birman :* partie occidentale. AMÉRIQUE. — *Etats-Unis :* pentes occidentales des monts Alleghanys. La partie méridionale du lac Ontario; les monts Catskill, dans l'état de New-York. Grès pétris d'*encrines*, de *spirifères*, de *poductus* et de *trilobites*.

FORMATION SNOWDONIENNE OU CAMBRIENNE.

Nature des dépôts.	Localités.
Schistes ardoisiers, psammites; schistes argileux et roches calcaires.	EUROPE. — *Angleterre :* monts Brewyns; partie méridionale du pays de Galles; le Plinlimmon, et les environs d'Aberystwith, dans le comté de Cardigan; une grande partie du Cumberland; le mont Skiddaw et les environs de Borrowdale, dans le même comté; les environs de Langdale, dans le West-Moreland; environs de Srhewsbury, dans le comté de Salop; de Bala, dans le comté de Mérioneth; et d'Ilfracombe, dans le Devonshire; l'île d'Anglesey. *Ecosse :* les monts Lammermuir. *Irlande :* dans le district de Cavan. *France :* environs de Pennelé et de Morlaix (Finistère); de Gourin (Morbihan); environs de Fumay, de Rimogue, de Rocroy, et de Charleville (Ardennes); de Vervins (Aisne): environs de Vialas et de Villefort (Lozère); dans les Pyrénées, les vallées de Baigorry, d'Arran, de Soulan, de Sallat, d'Estaubé, d'Ossau, de l'Ouesset, près de Bagnères-de-Bigorre, de Castillon, de Vicdessos, d'Aspe, de Luchon. *Belgique :* environs de Bouillon, de Martelange, de La Roche, des Tailles, d'Ottré, de Paliseul, de Bertrix, de Viel-Salm et de Vianden (province de Luxembourg):

Nature des dépôts.	Localités.
Schistes ardoisiers, psammites ; schistes argileux et roches calcaires.	environs de Lierneux et de Stavelot (province de Liége). *Suède :* calcaire a trilobites et à orthis. *Norvège :* schiste argileux aux environs de Kielvig, dans le diocèse de Nordland. *Bavière :* montagnes de Fichtelberg ; environs de Hoff (cercle du Main supérieur). *Bohême :* environs de Prague. *Hongrie :* environs de Jolsva : montagne de Zeleznick, dans le comitat de Gömör ; schiste ardoisier de Visnyo, dans les montagnes de Dios-Györ. *Russie :* environs de Saint-Pétersbourg ; *Grèce :* chaîne du Taygète, dans la Morée. *Espagne* : depuis Ancares jusqu'à Leitariegos ; cap de Penas (province des Asturies).
Schistes argileux, psammite et amphibolite (killas).	*Angleterre :* Cornouailles ; cap Lands' End ; environs de Penzance, de Camborne, de Lizard ; île du mont Saint-Michel ; environs de Tavistock et de Dartmoor, dans le Devonshire. *Tyrol :* environs de Rattenberg, de Kitzbuchel. *Styrie* : environs de Rotteumann. *Archiduché d'Autriche :* environs de Mautern.
Schistes argileux et calcaire bleu.	Asie. — *Hindoustan :* environs de Coddapah ou Korpah, dans la présidence de Madras ; vallée d'Odeypour, dans l'Adjmyr ; partie septentrionale du district de Djeypour ; environs de Baroda, dans le Goudjérate. Afrique. — *Algérie :* environs d'Alger, le cap Matifou, le mont Bouzaria.
Schistes argileux. (*Thon-schiefer primitif.*)	Europe. — *Norvège :* environs de Kielvig ; cap Nord de l'île de Mageroé. Amérique. — *Etats-Unis :* monts Alleghanys ; montagnes Bleues ; Caroline du Sud ; Virginie : schiste argileux aurifère. *Mexique :* environs de Guanaxuato. *Colombie :* littoral de Venezuela ; isthme d'Araya ; Cerro-de-Chupariparu ; Piedras-Azules, entre Villa-de-Cura et Parapara ; Cordillère de la Parime ; plateau de Santa-Fé-de-Bogota, entre Villeta et Mave ; Andes de Quito, entre San-Luis et Pomalacta. *Pérou :* Paramo de Yanaguanga, sur la crète des Andes ; environs de San-Diego et de Cascas, villages situés sur la pente occidentale des Andes.

Nature des Dépôts.	Localités.
Quarz schistoïde ou Itacolumite.	EUROPE. — *Espagne* : royaume de Galice. AMÉRIQUE. — *Brésil* : environs de Villa-Rica, sur le plateau de Minas-Geraes. *Colombie* : entre Guamote et San-Luis ; environs de Hacatacumba, dans les Andes de Quito.

SOUS-FORMATION MICASCHISTEUSE.

Micaschiste et gneiss.	EUROPE. — *France* : environs de Saint-George, de Pointindoux et d'Avrillé (Vendée) ; vallées du Gier et de la Brévenne ; environs de Saint-Marcelin (Isère) ; près de Lubine, aux environs de Saint-Diey ; près de Remiremont, de Gérardmer, de Granges, de Courcieux, etc. : gneiss et leptynite, recouverts de grès vosgien (Vosges) ; environs de Sainte-Marie-aux-Mines (Haut-Rhin) ; environs de Limoges (Haute-Vienne) ; vallées de l'Ariége, d'Arran, de Barèges, de Luchon, de Vicdessos, et de Louron, dans les Pyrénées. *Angleterre* : Cumberland et pays de Galles. *Ecosse* : environs de Strontian ; monts Grampians ; vallée de Drummond ; d'Aberdeen et d'Inverary ; mont Tornion, dans l'île d'Arran. *Irlande* : comtés de Connaught, de Donegal, de Mayo ; chaîne de Maume-Thomas. *Suède* : environs de Dunnemora et de Fimbo. *Norvège* : route de Minde à Morstuen, près d'Aalen : micaschiste, contenant du disthène ; environs de Klovedalen, de Rise, de Toffle : micaschiste renfermant des masses de gneiss ; environs de Bergen et de Lödingen. *Saxe* : chaîne de l'Erz-gebirge ; environs de Graul, d'Ehrenfriedersdorf, de Breitenbrunn, d'Altenberg, de Tharandt, de Schneebeeg, de Mittweida, de Freyberg, de Marienberg, de Frankenberg, d'Eger, d'Oschatz. *Bavière* : chaîne du Fichtel-gebirge ; environs de Munchberg ; d'Afnerzell, près Wegscheid. *Grand-duché de Bade* : environs d'Elzach, de Sulzbourg, de Willingen et de Wolfach. *Prusse* : environs de Patschau, de Munsterberg, de Römerstadt, de Friedeberg, de Carlsbrunn, de Reichenstein, de Frankenstein, de Reichenbach, de Liebenthal, etc. (province de Silésie).

Nature des dépôts.	Localités.
Micaschiste et gneiss.	*Finlande :* environs d'Abo, de Viborg, de Kuopio, d'Uleaborg et d'Helsingfors. *Archiduché d'Autriche :* environs de Salzbourg : micaschiste, contenant des émeraudes. *Bohême :* environs de Tauss, de Klattau, de Drosau, d'Artmanitz, de Bodenmaïs, près Viechtach. *Hongrie :* environs d'Also, de Sajo, de Szlana, de Botza. *Transylvanie :* environs de Gyergyo Sz. Miklos, de Sz. Domokos. *Moravie :* environs de Rosena. *Illyrie :* environs de Wolfsberg. *Suisse :* environs de Lugano (canton du Tessin). *Styrie :* environs de Cilly, de Windisch-Grätz, de Iudenbourg. *Tyrol :* environs d'Inspruck, de Hall, de Steinach, de Brunecken, et de Toblach. *Royaume Lombard-Vénitien :* environs de Chiavenna, de Bormio, de Sondrio (Valteline); environs de Clusone. *Grèce :* Iles de Négrepont, de Tine ou Tinos, de Mycone, de Delos, de Rhénée ou grande Delos, de Naxie, de Syra, de Paros, d'Antiparos, de Nio ou Ios, de Zéa, de Serpho, de Siphante, de Polycandros, de Milo, de Sikinos. Dans la Morée, la chaîne du Taygète ; les environs de Mistra, de Marathonisi et de Tripolitza. *Espagne :* environs de Santiago et du cap Ortegal, en Galice; entre Grenade et Picacho-de-Veleta ; Sierra Nevada, Sierra de Ronda, Sierra de Filabres ; environs d'Albuquerque, d'Alcantara, de Burgos, de Madrid, de Tudela, de Valladolid. *Portugal :* environs de Porto, de Braga et de Lamego ; Serra de Monchique, Serra de Figuera. ASIE. — *Hindoustan :* environs d'Odeypour, de Tonk et de Nath-Dwara dans l'Adjmyr; envir. de Nadjib-Abad, dans le district de Dehly. *Sibérie :* monts Ourals, monts Altaï. *Afghanistan :* environs d'Attock et de Caboul. *Anatolie :* environs de Degnizli. *Caramanie :* env. de Konieh et de Kaisarieh. *Arménie :* environs d'Erzeroum. AFRIQUE. — *Haute-Egypte :* Sabara : micaschiste contenant des émeraudes. *Algérie :* environs d'Alger, d'Oran et de Bone. Montagnes de Kong. Montagnes du cap de Bonne-Espérance.

	Localités.
Micaschiste et gneiss.	AMÉRIQUE. — *Etats-Unis :* environs d'Alabama; environs d'Habersham, dans la Géorgie; bords du Valley-River; rives du Tennessée et du Nauteale; montagnes Bleues; monts Cumberland; montagnes Rocheuses.
Micaschiste.	*Colombie :* cordillère de Venezuela; vallée de Capaya; montagnes de la Parime; Nevado de Quindiu; vallée de Quilquasé; entre Guamote et Ticsan, près d'Alausi; entre Guasunto et Popalacta; entre Loxa et Gonzanama.
Gneiss.	*Colombie :* montagne d'Avila, près de Caracas; entre Rio-Quamo et les mines de Santa-Anna, à l'ouest de Mariquita. *Brésil :* environs de Villa-Ricca, sur les bords du Rio-Paraopeba : gneiss contenant du minerai d'étain.

TABLEAU

DES CORPS ORGANISÉS FOSSILES

DU TERRAIN SCHISTEUX.

FORMATION CARADOCIENNE OU SILURIENNE ET FORMATION SNOWDONIENNE OU CAMBRIENNE [1].

VÉGÉTAUX.

	Localités.
Algues.	
Fucoides antiquus. (Ad. Brong.)	Christiania, Suède.
— circinatus. (Ad. Brong.)	Kinnekulle, Suède.
— serra. (Ad. Brong.)	Quebec.
Équisétacés.	
Calamites radiatus. (Ad. Brong.)	Bitschweiller, Haut-Rhin.
Calamites Voltzii. (Ad. Brong.)	Zundsweiher, Baden.
— Espèce non déterminée.	Val Saint-Amarin, Haut-Rhin; sud de l'Irlande.
Calamites cistii. (Ad. Brong.)	Montrelais.

[1] Nous n'avons point cherché à présenter les fossiles du *terrain schisteux* en deux séries pour les deux formations auxquelles ils appartiennent, parce qu'il eût été trop difficile, pour ne pas dire impossible, de rapporter à chaque formation les nombreuses localités indiquées pour ces fossiles. Les géologistes les plus habiles

	Localités.
Fougères.	
Sphenopteris dissecta. (Ad. Brong.)	Berghaupten ; Baden ; Montrelais.
— Dubuissonii. (Ad. Brong.) — tridactylites. (Ad. Brong.)	Montrelais.
— Virletii. (Ad. Brong.) — tenuifolia (Ad. Brong.)	Saint-George-Châtelaison.
Cyclopteris flabellata. (Ad. Brong.)	Berghaupten ; Baden.
Pecopteris aspera. (Ad. Brong.) Sigillaria tessellata. (Ad. Brong.)	Berghaupten.
— Voltzii. (Ad. Brong.)	Zundsweiher.
— lævigata. (Ad. Brong.) Nevropteris tenuifolia. (Ad. Brong.)	Montrelais.
Himenophyllites dissectus. (Göp.) — Gersdorfii. (Göp.) Adiantites flabellatus. (Göp.) — Bockschii. (Göp.) Gleichenites nevropterides. (Göp.) Aspidites strictus. (Göp.)	Angleterre, Silésie.
Marsiliacées.	
Sphenophyllum dissectum. (Ad. Br.)	Montrelais.
Lycopodiacées.	
Lycopodites imbricatus. (Ad. Brong.)	St-George de Châtelaison.
Selaginites erectus. (Ad. Brong.)	Mont-Jean, près d'Angers.
Lepidodendron carinatum. (Ad. Brong.)	Montrelais ; Saint-George de Châtelaison.
— Lanceolatum. (Ad. Brong.) — trinerve. (Ad. Brong.)	Montrelais.
— Plusieurs espèces non déterminées.	Berghaupten et Bitschweiler.
Stigmaria ficoides. (Ad. Brong.)	Bitschweiler ; Saint-George de Châtelaison.
— intermedia.	St-George de Châtelaison ; Montrelais.
— tuberculosa.	Montrelais.
Cannées.	
Cannophyllites Virletti.	St-George de Châtelaison.

ne sont point d'accord, ainsi qu'on l'a vu précédemment, sur tous les dépôts du continent qui paraissent se rapporter aux deux formations déterminées en Angleterre : cela tient principalement à ce que, dans l'une comme dans l'autre, il y a des roches arénacées, des roches schisteuses et des roches calcaires. Nous renvoyons donc le lecteur au tableau géographique suivant, dans lequel nous avons classé par formations les principales localités qui nous paraissent appartenir aux différents étages du terrain schisteux.

	Localités.
Classe incertaine.	
Asterophyllites pygmæa. (Ad. Brong.)	**Berghaupten.**
ZOOPHYTES.	
Manon cribrosum. (Goldf.)	Rebinghausen; Eifel.
— favosum. (Goldf.)	Eifel; Liége.
Scyphya conoidea. (Goldf.)	Nieder-Ehe; Eifel.
— costata. (Goldf.)	
— turbinata. (Goldf.)	Eifel.
— clathrata. (Goldf.)	
— empleura. (Goldf.)	Ile de Gottland.
Tragos acetabulum. (Goldf.)	Keldenich; Eifel.
— capitatum. (Goldf.)	Bensberg, Prusse rhénane.
Gorgonia antiqua. (Goldf.)	Eifel; Oural.
Stromatopora concentrica. (Goldf.)	Eifel.
— polymorpha. (Goldf.)	Eifel; Bensberg.
Madrepora. Espèce non déterminée.	Gloucestershire; Herefordshire; sud de l'Irlande.
— ananas. (Wahl.)	Gottland.
— coalescens. (Goldf.)	
Cellepora antiqua. (Goldf.)	Heiterstein; Eifel.
— favosa. (Goldf.)	Eifel; Dudley.
— Espèce non déterminée.	Gloucestershire; Herefordshire.
— tenella. (Goldf.)	Eifel.
Millepora madreporiformis. (Wahl.)	
— cervicornis. (Linn.)	
— repens. (Wahl.)	
—? foliacea. (Wahl.	Ile de Gottland.
—? retepora. Wahl.)	
— solida. (Wahl.)	
— exigua.	Liége.
Nullipora....... (Linn.)	Ile de Gottland.
Retepora antiqua. (Goldf.)	Heisterstein; Eifel; Liége.
— Priodon.	Suède.
Espèce non déterminée.	Gloucestershire; Herefordshire, sud de l'Irlande.
— prisca. (Goldf.	
— flabellulum. (Stein.)	Eifel.
— pertusa. (Stein.)	
— clathrata. (Goldf.)	
Caryophyllia stellaris. (Linn.)	Ile de Gottland.
— articulata. (Wahl.)	
— truncata. (Linn.)	
— Espèce non déterminée.	Gloucestershire; Herefordshire.
— flexuosa.	Eifel.
— cespitosa.	
— explanata. (Hisinger.)	
Fungites patellaris. (Lam.)	Ile de Gottland.
— deformis. (Schlot.)	
— rimosus. (Hisinger.)	

	Localités.
Flustra. Espèce non déterminée.	Gloucestershire; Herefordshire, sud de l'Irlande.
— radiata. (Steininger.)	Calcaire de Gerolstein.
— lanceolata. (Goldf.)	Ile de Gottland.
Ceriopora verrucosa. (Goldf.)	Bensberg, Prusse rhénane.
— affinis. (Goldf.)	Eifel; Dudley.
— punctata. (Goldf.)	
— granulosa. (Goldf.)	
— oculata. (Goldf.)	
Agaracia lobata. (Goldf.)	Eifel.
Lithodendron cespitosum. (Goldf.)	Bensberg.
Antophyllum bicostatum. (Goldf.)	Heisterstein; Eifel; Liége.
Turbinolia. Espèce non déterminée.	Gloucestershire; Herefordshire; Sud de l'Irlande.
— helianthoides.	Eifel.
— flexuosa.	
— corniculata.	
— calycularis.	
— turbinata. (Linn.)	Ile de Gottland.
— verrucosa. (Hisinger.)	
— echinata. (Hisinger.)	
— pyramidalis. (Hisinger.)	
— mitrata. (Schlot.)	
— obliqua. (Hisinger.)	
— furcata. (Hisinger.)	
Cyatophyllum. Dianthus. (Goldf.)	Eifel.
— radicans. (Goldf.)	
— marginatum. (Goldf.)	Bensberg.
— turbinatum. (Goldf.)	Ile de Gottland; Eifel.
— Ceratites. (Goldf.)	
— vermiculare. (Goldf.)	
— flexuosum. (Goldf.)	
— cespitosum. (Goldf.)	
— articulatum. (Goldf.)	Ile de Gottland.
— Lithodendron. (Goldf.)	
— explanatum. (Goldf.)	Bensberg.
— hypocrateriforme. (Goldf.)	Eifel.
— vesiculosum. (Goldf.)	
— secundum. (Goldf.)	
— lamellosum. (Goldf.)	
— placentiforme. (Goldf.)	
— quadrigeminum. (Goldf.)	Eifel, Bensberg; Vireux; Ardennes; Liége.
— hexagonum. (Goldf.)	Bensberg; Eifel.
— helianthoides. (Goldf.)	Eifel; environs du lac Huron.
— ananas.	Liége.
— plicatum.	
— pentagonum.	
— calyculare. (Wahl.)	Ile de Gottland.
— stellare. (Wahl.)	

	Localités.
Cyatophyllum excentricum. (Goldf.)	Ratingen.
Strombodes pentagonus. (Goldf.)	Ile de Drummond, ou île de la Crosse ; Canada ; lac Huron.
Astrea porosa. (Goldf.)	Eifel ; Bensberg.
— Espèce non déterminée	Gloucestershire ; Herefordshire ; sud de l'Irlande.
— alveolata. (Blainville.) — helianthoidea. (Steininger.) — hexagona. (Stein.)	Eifel.
— quadrigeminum. (Goldf.)	Eifel ; Bensberg
— rotularis ?	Irlande.
— favosa. (Linn.) — Ananas (Linn.), ou Cyatophyllum Ananas. (Goldf.) — interstincta (Wahl.), ou Ananas porosa. (Goldf.)	Ile de Gottland.
Heliopora pyriformis. (Stein.) Monticularia areolata. (Stein.) — hexagona. (Stein.) Spongia undulata. (Stein.) — globosa. (Stein.) — expansa. (Stein.) — ramosa. (Stein.) Alcyonum echinatum. (Stein.) — striatum. (Stein.) — punctatum. (Stein.)	Eifel.
Columnaria alveolata. (Goldf.)	Seneckasee, New-Yorck.
— sulcata (Goldf.) ou Lithostroma incurvata. (Raf.)	Bensberg ; chutes de l'Ohio.
— stellaris.	Liége.
Coscinopora placenta. (Goldf.)	Eifel.
Catenipora escharoides. (Lam.)	Eifel ; île de Gottland ; Norvège ; île de Drummond ; Ratoska ; gouvernement de Moscou.
— labyrinthica. (Goldf.)	Groningue ; île de Drummond.
— tubulosa. (Lam.)	Christiana.
— catenularia. (Wahl.)	Gottland.
— axillaris. (Lam.) — straes. (Wahl.) — serpula. (Wahl.) — fascicularis. (Wahl.) — labyrinthica. (Goldf.)	Ile de Gottland.
— Espèce non déterminée.	Gloucestershire ; Herefordshire.

	Localités.
Syringopora reticulata. (Goldf.) — verticillata. (Goldf.) — fascicularis. (Wahl.) — serpula. (Wahl.)	Ile de Gottland.
Tubipora. Espèce non déterminée.	Gloucestershire; Herefordshire.
— tubularia. (Lam.)	Theux, près de Liége.
Calamopora alveolaris. (Goldf.)	Eifel.
— favosa. (Goldf.)	Ile de Drummond.
— Gothlandica. (Goldf.)	Eifel; île de Gottland.
— basaltica. (Goldf.)	Eifel; Gottland; environs du lac Erié.
— infundibulifera (Goldf.)	Eifel; Besenberg.
— polymorpha. (Goldf.)	Eifel; Bensberg; Liége.
— spongites. (Goldf.)	Eifel; Bensberg; Suède; Dudley; Liége; île de Gottland.
— fibrosa. (Goldf.)	Eifel; Bensberg.
— cervicornum ou Millepora..... (Wahl.) — Baltica. (Goldf.) Sarcinula organum. (Goldf.) Cydolites numismalis. (Lam.)	Ile de Gottland.
Aulopora serpens. (Goldf.)	Eifel; Christiana.
— tubiformis. (Goldf.)	Eifel.
— spicata. (Goldf.)	Eifel; Bensberg.
— conglomerata. (Goldf.)	Bensberg.
Favosites Gottlandica. (Lam.)	Sloeben-Aker; Christiana; Gottland; Eifel; Catskill, Dublin; Batavia; New-York.
— Bromelli. (Ménard de la Groye.)	Nehou.
— truncata. (Rafinesque.) — Kentuckensis. (Raf.)	Kentucky.
— boletus. (Ménard de la Groye.)	Christiana.
— prismaticus. (Stein.) — microporus. (Stein.)	Eifel.
— alcyonium. (Defrance.)	Ile de Gottland.
Mastrema pentagona. (Raf.)	Garrard; Kentucky.
Amplexus coralloides. (Miller.)	Sud de l'Irlande; Montchaton, près Coutances; Sablé, Sarthe; Catskill; New-York.
— Espèce non déterminée.	Plymouth.
Sertularia antiqua. (Stein.)	Calcaire de Gerolstein.

	Localités.
Cellaria elegans. (Stein.)	
Tubilipora arcuata. (Stein.)	
Alveolites spongites. (Stein.)	
— reticulatus. (Stein.)	
Thamnopora madreporacea. Stein.)	
— milleporacea.(Stein.)	
Limaria clathrata. (Stein.)	Eifel.
— fruticosa. (Stein.)	
Eschara dubia. (Stein.)	
Alecto serpens (Lam.), ou Aulopora. (Goldf.)	
— reticulum. (Stein.)	
— tubæformis. (Stein.)	
— elegans. (Goldf.)	Bensberg.
Echinospherites pomum. (Wahl.)	Kinnekulle; Tsarskoië-Célo.
— aurantium. (Wahl.)	Billingen, Westrogothie.
— Wahlenbergii. (Esmark.)	Golfe de Christiania.

Radiaires.

Pentremites ovalis. (Goldf.)	
Actinocrinites lævis. (Miller.)	Ratingen.
— granulatus. (Goldf.)	
— moniliformis. (Miller.)	Sud de l'Irlande.
— triacontadactylus. (Miller.)	Sud de l'Irlande; calcaire des montagnes de l'Eifel.
Pentacrinites priscus. (Goldf.)	
— cingulatus. (Goldf.)	
— muricatus. (Goldf.)	Eifel.
— nodulosus. (Goldf.)	
— moniliferus. (Goldf.)	
— tesseratus. (Goldf.)	
— Espèce non déterminée.	Gloucestershire; Herefordshire.
Cyathocrinites tuberculatus. (Miller.	Sud de l'Irlande; Dudley; Provinces rhénanes; Westerwald.
— rugosus. (Miller.)	Shropshire; Herefordshire; Ile d'Oeland; Dalécarlie; Eifel.
— geometricus. (Goldf.)	Eifel.
— pinnatus. (Goldf.)	
— Espèce non déterminée.	Gloucestershire; Herefordshire.
Platycrinites lævis. (Miller.)	Cork; Ratingen.
— pentangularis. (Miller.)	Dudley; Dinevar Park, pays de Galles.
— rugosus. (Miller.)	Regnitzlosau; Bayreuth.
— ventricosus. (Goldf.)	Eifel.

	Localités.
Platycrinites depressus. (Goldf.)	Ratingen, près de Dusseldorf.
Rhodocrinites verus. (Miller.)	Dudley; Eifel.
— gyratus. (Goldf.) — quinquepartitus. (Goldf.) — canaliculatus, (Goldf.) — crenatus. (Goldf.)	Eifel.
Melocrinites lævis. (Goldf.)	Regnitzlosau; Bayreuth.
— gibbosus. (Goldf.) Cupressocrinites crassus. (Goldf.) — gracilis. (Goldf.) Eugeniacrinites mespiliformis. (Go.) Eucalyptocrinites rosaceus. (Goldf.)	Eifel.
Sphæronites pomum. (Hisinger.) Echinosphærites. (Wahl.)	Ile d'Oeland; Kinnekulle, en Vestrogothie; Dalécarlie; Tzarkoïé-Célo, près Saint-Pétersbourg.
— aurantium. (Wahl.)	Mössebourg; Vestrogothie.
— granatum. (Wahl.)	Furudal, Dalécarlie; Boedahamn, Ile d'Oeland.
— Wahlenbergii. (Esmark.)	Golfe de Christiania.
Encrinites liliiformis. (Blumenbach.)	Eifel.
—— (en français l'*Encrinite tortoise*.)	Allemagne et France.
— gothlandicus. (Wahl.)	Ile de Gottland.
— flexibilis.	Suède.
Halocrinites Schlothemii. (Stein.) Echinus Buchii. (Stein. — Humboldtii. (Stein.)	Eifel.
Tentaculites scalaris. — annulatus.	Allemagne; Fichtel-gebirge.
Apiocrinites? scriptus. (Hisinger.) — punctatus. (Hisinger.) Marsupites ornatus. (Miller.)	Ile de Gottland.

ANNELIDES.

Serpula epithonia. (Goldf.)	Bensberg.
— ammonia. (Goldf.)	Eifel.
— omphalodes. (Goldf.)	Bensberg; Eifel.
— lithuus. (Schlot.)	Ile de Gottland.
— socialis. (Goldf). Spirorbis Hœninghausi. (Stein.) — maximus. (Stein.)	Eifel.

CONCHIFÈRES.

Thecidea? antiqua. (Hœn.)	Gerolstein.
Spirifer speciosus. (Bronn.)	Eifel; montagnes du Westerwald.

	Localités.
— cuspidatus. (Sow.)	Eifel ; sud de l'Irlande ; environs de Dublin ; Bensberg ; Blankenheim ; Plymouth.
— glaber. (Sow.)	Ratingen ; sud de l'Irlande ; Plymouth ?
— obtusus. (Sow.) — striatus. (Sow.)	Sud de l'Irlande.
— pinguis. (Sow.)	Sud de l'Irlande ; Liége.
— intermedius. (Terebratula, Schlot.)	Gloucestershire ; Herefordshire, Eifel ; monts Alleghany.
— alatus. (Sow.)	Environs de Coblentz ; Westerwal, Eifel
— sarcinulatus. (Terebratula, Schlot.)	Coblentz, Malmoë, Mösseberg, Sweden, Catskill, New-York.
— bisulcatus.	Allemagne.
— ostiolatus. (Stein.) — plicatus. (Hœn.) — striatulus. (Schloth.) — pecten. (Schloth.) — curvatus. (Schloth.) — lævigatus. (Schloth.) — rostratus. (Schloth.) — elongatus. (Stein.)	Eifel.
— trigonalis. (Sow.) — triangularis (Sow.)	Sud de l'Irlande ; Ratingen.
— hysterolites. (Schlot.)	Belfast ; Zellerfeld au Harz ; Maine, Etats-Unis.
— bijugatus.	Bassin du Mississipi.
— pilargonatus. (Schlot.) — heteroclitus. (Defrance.) — cristatus. (Schlot.) — crispus. (Schlot.) — trapezoidalis. (Dalm.) — comprimatus.	Diverses localités de l'Allemagne et de la Suède.
— aperturatus.	Bensberg.
— Tasmani.	Ile Van-Diemen.
— subconicus. (Martin.) — striatissimus. (Schlot.) — nucleiformis. — acutus. — verrucosus. — excisus.	Diverses localités de l'Allemagne et de la Suède.
— chonstites. (Fischer.)	Russie.
— reticulatus. (Sow.)	Plymouth ; Irlande.
— pentagonus. (Sow.)	Plymouth.

	Localités.
Spirifer rotundatus. (Sow.).	Cork (Wright.); Newton-Bushel? Devonshire.
— lineatus. (Sow.)	Dudley; Liége.
— ambiguus. (Sow.)	Blankenheim; Ratingen.
— attenuatus. (Sow.)	Bensberg; Vireux (Ardennes); Liége.
— minimus. (Sow.)	Blankenheim.
— Sowerbii. . . .	Eifel. (Hœn.)
— decurrens. (Sow.)	Newton Bushel; Devonshire.
— distans. (Sow.) — octoplicatus. (Sow.)	Plymouth.
Orthis collactis. (de Buch.[1], Dalman.)	Borenshult; Ostrogothie; île de Gottland; Husbyfjöel; Ulanda; Vestrogothie.
— calligramma. (Dalm.)	Skoerpàsen, Ostrogothie.
— demissa. (Dalm.)	Boeda, île d'Oeland, Dalécarlie.
— testudinaria. (Dal.)	Borenshult; Blankenheim.
— elegantula. (Dalm.)	Blankenheim; île de Gottland.
— zonata. (Dalm.)	Borenshult.
— novemradiata. (Wahl.)	Ile d'Oeland; Dalécarlie.
— striatella. (Dalm.)	Pokroï, Russie (gouv. de Vilna).
— hians. (Dalm.) — minuta. (Dalm.) — euglypha. (Dalm.) — transversalis. (Dalm.)	Suède; plusieurs localités.
— pecten. — basalis. (Dalm.) — pusila. (Dalm.)	Ile de Gottland.
Leptæna rugosa. (Hisinger.) C'est la même coquille que le *Producta rugosa*. (Sow.)	Borenshult; Ostrogothie; Vestrogothie.
— deflexa. (Dalm.)	Ostrogothie.
— depressa. (Dalm.) — hemispherica. (Dalm.)	Pokroï, Russie (gouv. de Vilna).
— euglypha. (Dalman.) — transversalis. (Wahl.)	Ile de Gottland.

---

[1] Les *Orthis* ont été, jusqu'à ce jour, confondus avec les *Spirifers*. Suivant M. de Buch, presque toutes les espèces de ce nouveau genre appartiennent à la formation suowdonienne.

	Localités.
Delthyris subsulcata. (Dalm.)	**Boeda, île d'Oéland.**
— psittacina. (Whal.) — jugata. (Whal.	Osmundsberg, Dalécarlie.
— (Spirifer) elevata. (Dalman.) — cyrtæna. (Dalman.) — crispa. (Dalman.) — sulcata. (Hisinger.) — psychodes. (Dalman.) — cardiospermiformis. (Hising.) — subsulcata. (Dalman.) — pusio? (Hisinger.)	Ile de Gottland.
Atrypa crassicostis. (Dalm.) — dorsata. Hising.)	Vestrogothie.
— canaliculata. (Dalm.) — cassidea. (Dalm.) — lenticularis. (Dalm.)	Borenshult, Ostrogothie.
— nucella. (Dalm.) — micula. (Dalm.)	Husbyfjöel, Ostrogothie.
— reticularis. (Wahl.) — alata. (Var., Hisinger.) — aspera. (Schlot.) — galeata. (Dalman.) — prunum. (Dalman.) — tumida. (Dalman.) — tumidula. (Hisinger.)	Ile de Gottland.
Gypidium conchydium. (Dalm.)	Pokroï, Russie (gouv. de Vilna), île de Gottland.
Terebratula crumena. (Sow.) — cordiformis. (Sow.)	Sud de l'Irlande.
— pugnus. (Sow.)	Sud de l'Irlande (Weav.); Plymouth (Hennah.); Newton Bushel.
— rostrata. Schlot.)	Sud de l'Irlande.
— prisca (Schlot.). Regardée, par M. Sowerby, comme identique avec son *T. affinis*.	Sud de l'Irlande; Bensberg; Eifel; Urft; Plymouth; Liége.
— affinis. (Sow.)	Dudley; Eifel.
— lævigata. (Schlot.)	Sud de l'Irlande.
— elongata. (Schlot.)	Sud de l'Irlande; Eifel.
— plicatella. (Linn.)	Borenhult et Husbyfjöel; Ostrogothie, Gotha-Canal; île de Gottland.
— lacunosa. (Schlot.). Considérée, par M. Sowerby, comme identique avec son *T. pugnus*.	Sud de l'Irlande; Plymouth? Eifel; île de Gottland.
— osteolata. (Schlot.)	Eifel.
— aperturata. (Schlot.)	Bensberg.

	Localités.
Terebratula lenticularis. (Whal.)	Vestrogothie ; Andraram, Scanie.
— acuminata. (Sow.)	Cork ; Ratingen.
— lateralis. (Sow.)	Cork ; Blankenheim.
— reniformis. (Sow.)	Cork.
— alata. (Lam.)	Eifel.
— aspera. (Schlot.)	Eifel ; Bensberg ; Christiania ; environs de Liége.
— comprimata. (Schlot.)	Eifel
— curvata. (Schlot.)	Gerolstein.
— excisa. (Schlot.)	Eifel.
— explanata. (Schlot.)	Blankenheim ; Liége.
— imbricata. (Sow.)	Eifel ; Plymouth.
— intermedia. (Lam.)	Eifel et Amérique..
— Mantiæ. (Sow.) — monticulata. (Schlot.)	Blankenheim.
— speciosa. (Schlot.)	Eifel.
— sacculus. (Sow.)	Blankenheim.
— Wilsoni. (Sow.)	Porsgrund, Norvège ; environs de Liége.
— hysterolita (Hœn.) ; Hysterolites vulvarius. (Schlot).	Hickeswagen, Coblentz ; Oberlahnstein ; près de Mayence.
— paradoxa (Hœn.) ; Hysterolites hystericus. (Schlot.)	Lahnstein ; Crefeld ; montagnes de Catskill, Amérique (Hœn.), Kaiserster-nal, etc.
— porrecta. (Sow.)	Newton Bushel ; Devonshire.
— platyloba. (Jun.) (Sow.)	Plymouth.
— lineata. — numismalis.	Environs de Liége.
— pectunculata. (Schlot.) — trigonella. (Schlot.) — pectunculoides. (Schlot.) — loricata. (Steining.) — reticulata. (Schlot.) — bicanaliculata. (Schlot.) — vulgaris. (Schlot.) — livida. (Steining.) — deltoidea. (Lam.)	Eifel.
— durassii. (Defrance.)	Dublin.
— dubia. (Defr.)	Duras, Irlande.
— cor. (?)	Eifel.
— reticularis (ou Anomites). (Whal.)	Gottland.
— Basterotina. (Defr.)	Duras.
— Hennahiana. (Sow.) — gigantea. (Sow.) — rotundata. (Sow.) — lachryma. (Sow.)	Plymouth.

	Localités.
Terebratula cuneata. (Dalman.) — diodonta. (Dalman.)	Ile de Gottland.
— bidentata. (Hisinger.)	Djupviken ; Gottland.
— marginalis. (Dalman.)	Klinteberg ; Gottland.
— didyma. (Dalman.)	Ile de Gottland.
— resupinata. (Sow.) Crania prisca. (Hœn.)	Ratingen.
Pleuronectites pusillus. (Schlot.)	Eifel.
Pentamerus Knightii. (Sow.) — lævis. Sow.)	Ludlow.
— conchidium. (Linn.)	Christiania.
Spherulites flabellaris. (Goldf.) — gracilis.	Eifel.
Cyrtia exporrecta. (Wahl.) — trapezoidalis (Hisinger.)	Ile de Gottland.
Strygocephalus Burtini. (Defr.)	Eifel ; Bensberg.
— elongatus. (Goldf.)	Bensberg.
Calceola sandalina. (Lam.)	Gerolstein ; Blankenheim ; Eifel.
— heteroclita. (Defr.) Strophomena Goldfussii. (Hœn.)	Blankenheim.
— rugosa. (Raff.)	Montag. de Catskill ; Trenton, Amérique ; Dudley ; Eifel ; Crefeld ; Cotentin.
— resupinata. (Sow.)	France (Rhône).
— umbraculum. (Hapsch.)	Eifel.
— euglypha. (Hœn.)	Eifel.
— pileopsis. (Raf.)	Kintucky, Liége.
— umbraculum (Schlot.) ; M. Brongniart regarde cette espèce comme probablement identique avec la précédente.	Eifel ; Christiania ; Liége.
— marsupita. (Defr.) ; Leptæna depressa. (Dalman.)	Montag. de Catskill ; Lorkport ; Eifel.
Hinnites Blainvillii. (Hœn.) Modiola Goldfussii. (Hœn.)	Ratingen.
— gottlandica. (Hisinger.)	Ile de Gottland.
Chama ? antiqua. (Hœn.) Tellina lineata. (Hœn.)	Ratingen.
Productus scoticus. (Sow.)	Sud de l'Irlande ; Eifel ; île de Man ; Liége.
— Martini. (Sow.)	Sud de l'Irlande ; Ratingen.
— concinnus. (Sow.)	Sud de l'Irlande ; Liége ; Ratingen.
— lobatus. (Sow.)	Sud de l'Irlande ; Ratingen.
— longispinus. (Sow.)	Blankenheim.

	Localités.
Productus punctatus. (Sow.)	Blackrock; Cork.
— fimbriatus. (Sow.)	Sud de l'Irlande.
— depressus. (Sow.)	Sud de l'Irlande, Dudley; Plymouth.
— hemisphæricus. (Sow.)	Eifel; montag. de Catskill; Albany; Lexington; Liége. Ratingen.
— rostratus. (Sow.)	Bensberg.
— sarcinulatus. (Goldf.)	Eifel; Montag. de Catskill.
— sulcatus. (Sow.)	Montagnes de Catskill.
— anomalus. (Sow.)	Plymouth; Preston (Lancashire); Irlande.
— scabriusculus. (Sow.)	Kirkaldy, Écosse.
— aculeatus. — conchoides.	Liége.
— elegans. (Hupsch.) — quadrangularis. (Steining.)	Eifel
— fornicatus. — humerosus. (Sow.) — antiquatus. (Sow.) — conoides. (Sow.) — latissimus. (Sow.) — personatus. (Sow.) — plicatilis. (Sow.)	Ratingen.
Ostrea costata. — prisca.	Allemagne.
Gryphæa. Espèce non déterminée.	Keswick, près Kirby Lonsdale.
Pecten primigenius. (Meyer.) — Munsteri. (Meyer.)	Wissenbach, Herborn.
— priscus. (Schlot.)	Ratingen.
— Espèce non déterminée.	Keswick; Plymouth; sud de l'Irlande; Pokroï, Lithuanie.
— plicatus.	Liége.
Plagiostoma. Espèce non déterminée.	Keswick.
Megalodon cucullatus. (Sow.)	Newton Bushel; Devonshire.
Trigonia. Espèce non déterminée.	Keswick.
Cardium costellatum. (Munst.)	Elbersreuth; Prague.
— hybridum. (Munst.) — lineare. (Munst.)	Elbersreuth.
— elongatum. (Sow.)	Ratingen.
— priscum. (Munst.)	Elbersreuth; Prague.
— striatum. (Munst.)	Elbersreuth.
— alæforme. (Sow.)	Scarlet, île de Man; Henslow, Plymouth; Newton Bushel, Devonshire.

	Localités.
Cardium hibernicum.	Liége ; Ratingen.
— carpomorphum. (Dalm.)	Suède.
Cardita costellata. (Munst.)	Elbersreuth.
— gracilis. (Munst.)	
— plicata. (Munst.)	
— tripartita. (Munst.)	
Isocardia Humboldtii. (Hœn.)	Wissenbach, près Dillenbourg.
— oblonga. (Sow.)	Cork.
Cypricardia ?	Bensbourg ; Eifel.
Posidonia Becheri. (Bronn.)	Herborn, Frankenberg, Hesse.
Mollusques.	
Patella. Espèce non déterminée.	Keswick, près Kirby Lonsdale.
—? conica. (Wahl.)	Kinnekulle, Westrogothie.
—? pennicostis. (Wahl.)	Ulanda, Westrogothie.
—? concentrica. (Wahl.)	Moesseberg, etc., Westrogothie.
— primigenius. (Schlot.)	Ratingen.
Pileopsis vetustus. (Sow.)	Sud de l'Irlande, Plymouth.
Melanopsis coronata. (Hœn.)	Bensberg.
Melania constricta. (Sow.)	Sud de l'Irlande,
— bilineata. (Goldf.)	Bensberg.
Natica. Espèce non déterminée.	Plymouth; Newton Bushel ?
— elongata. (Hœn.)	Ratingen.
— Gaillardotii.....	
Nerita spirata? (Sow.)	Plymouth.
Espèce non déterminée.	Herefordshire ; Gloucestershire ; sud de l'Irlande.
Pyramidella antiqua. (Sow.)	Ratingen.
Solarium fasciatum	Bensberg.
Delphinula æquilatera. (Wahl.)	Westrogothie.
— obvallata. (Wahl.)	Suède.
— alata. (Wahl.)	Gottland.
— catenulata. (Wahl.)	
— cornu arietis. (Wahl.)	
— æquilatera. (Wahl.)	
— funata. (Sow.)	
— subsulcata. (Hisinger.)	
Cirrus acutus. (Sow.)	Sud de l'Irlande. Plymouth.
Pleurotomaria cirriformis. (Sow.)	Plymouth.
Evomphalus catillus. (Sow.)	Sud de l'Irlande ; Blankenheim, environs du lac Erié;
— centrifugus. (Wahl.)	Wikarby, Dalécarlie; île de Gottland.
— dubius. (Goldf.)	Dillenbourg.
— funatus. (Sow.)	Dudley.
— rugosus. (Sow.)	
— pentagulatus. (Sow.)	Namur ; Dublin.

	Localités.
Evomphalus alatus *ou* helicites. (Wahl.)	Malmoë.
— Maclurei *ou* Maclurites magna. (Le Sueur.)	Lac Erié.
— delphinularis. (Hœn.) Cirrus delphinularis. Helicites delphinularis.	Ratingen.
— angulatus. (Wahl.) — substriatus. (Hisinger.) — costatus. (Hisinger., Ammonites ?)	Ile de Gottland.
— Espèce non déterminée.	Newton Bushel, Devonshire.
Trochus ellipticus. (Hisinger.)	Furudal, Dalécarlie.
— Espèce non déterminée.	Pokroi.
Turbo bicarinatus. (Wahl.)	Wikarby, Dalécarlie ; Borenshult, Ostrogothie.
— tiara. (Sow.)	Plymouth.
— antiquus. (Goldf.)	Bensberg.
— cirriformis. (Sow.)	Plymouth.
— Espèce non déterminée.	Pokroï.
Turritella abbreviata. (Sow.)	Newton Bushel, Devonshire.
— prisca. (Munst.)	Elbersreuth.
— Espèce non déterminée.	Beckfoot, près de Kirby Lonsdale.
Terebra Hennahiana. (Sow.)	Plymouth.
Pleurotoma. Espèce non déterminée.	Newton Bushel.
Murex ? harpula. (Sow.)	Newton Bushel ; Plymouth.
Buccinum spinosum. (Sow.)	Plymouth ; Newton Bushel
— acutum. (Sow.)	Plymouth.
— breve. (Sow.)	Newton Bushel, Devonshire.
— imbricatum. (Sow.)	Newton Bushel, Plymouth.
Cerithium antiquum.	Eifel.
Bellerophon tenuifascia. (Sow.)	Sud de l'Irlande, Newton Bushel, Devonshire.
— ovatus (sous le nom d'Ellipsolithes ovatus). (Sow.)	Sud de l'Irlande.
— hiulcus. (Sow.) ; B. striatus.	Blankenbourg.
— Hüpschii. (Defr.)	Chimay ; Blankenbourg.
— nodulosus. (Goldf.)	Bensberg.
— cornu arietis. (Sow.)	Montagnes de Catskill.
— apertus. (Sow.)	Plattsbourg, New-York, Carlingford, Irlande.
— costatus. (Sow.)	Plymouth, Pokroï, Dublin.
— Espèce non déterminée.	Plymouth.

	Localités.
Conularia quadrisulcata. (Miller.)	Gloucestershire, Borenshult, Ostrogothie ; cascade du Montmorency, Bas-Canada.
— teres. (Sow.)	Lockport, Amérique septen.
Orthoceratites striatus. (Sow.)	Sud de l'Irlande ; Malmoë, Christiania ; cascade du Trenton, New-York.
— undulatus. (Sow.)	Sud de l'Irlande, Tsarskoïé-Célo, près de Saint-Pétersbourg ; île de Gottlönd.
— paradoxicus. (Sow.)	Sud de l'Irlande.
— circularis. (Sow.)	Gloucestershire ; Herefordshire ; Plymouth.
— annulatus. (Sow.)	Gloucestershire, Gerolstein, Eifel.
— flexuosus. (Schlot.)	Oeland ; Gerolstein ; Eifel ; Black-River, New-York.
— communis. (Wahl.)	Commun en Suède.
— duplex. (Wahl.)	Kinnekulle, Suède ; Black-River ; New-York.
— trochlearis. (Dalman.)	Solleroë, Dalécarlie.
— turbinatus. (Dalman.)	Dalecarlie ; île d'Oleand.
— centralis (Dalman.)	Solleroë, Dalécarlie.
— gracilis. (Schlot.)	Hellenbourg, Nassau, Wissenbach.
— crassiventer. (Wahl.)	Bords N.-O. du lac Huron ; Gottland.
— duplex. (Wahl.)	Black-River ; New-York.
— falcatus. (Schlot.)	Cascade du Trenton.
— tenuis. (Wahl.)	Geistlichenberg, près de Herborn ; Eifel.
— rectus. (Bosc.)	Kuchel, près de Prague.
— regularis. (Schlot.)	Oeland ; Elbersreuth, Bavière.
— giganteus. (Sow.)	Gerolstein ; Elbersreuth, Regnitzlosau, Bavière.
— excepticus. (Goldf.)	Bensberg ; Gledbach, près de Mülheim.
— striolatus. (Meyer.)	Herborn ; Dillenbourg.
— acuarius (Munst.)	Elbersreuth.
— striopunctatus. (Munst.)	Elbersreuth.
— cingulatus. (Munst.)	Elbersreuth.
— torquatus. (Munst.)	Elbersreuth.
— Steinhaueri. (Sow.)	Elbersreuth.
— carinatus. (Munst.)	Elbersreuth.
— linearis. (Munst.)	Elbersreuth.
— irregularis. (Munst.)	Elbersreuth.

	Localités.
Orthoceratites scalaris. (Wahl.) — spiriformis.	Ludlow.
— ventricosus. — nautiloides. — arcuatus. — calycularis.	Eifel.
— imbricatus. (Wahl.)	Gottland; Kentuky.
— angulatus. (Wahl.) — lineatus. (Hisinger.)	Gottland.
— Espèce non déterminée.	Gloucestershire; Herefordshire; Plymouth; Tsarskoié-Célo; environs de St-Pétersbourg.
Hortolus convolvans. (Steining.) Spirolina acicularis.	Eifel.
Cyrtoceratites ammonius. (Goldf.)	Cascade de Moutmorency, Bas-Canada.
— compressus. (Goldf.)	Eifel.
— depressus. (Goldf.)	Gerolstein.
— ornatus. (Goldf.)	Bensberg.
Lituites perfectus. (Wahl.)	Mösseberg, Suède; Revel, en Russie.
— imperfectus (Wahl.)	Jungby, Suède.
— Lituus. (Hisinger.) — convolvans. (Hising.)	Suède.
Nautilus globatus (Sow.); identique avec le N. Wrightii ci-après.	Sud de l'Irlande.
— multicarinatus. (Sow.)	Sud de l'Irlande.
— complanatus. (Sow.)	Scarlet, île de Man.
— cariniferus. (Sow.)	Black-Rock, près de Cork, Irlande.
— divisus. (Munst.)	Geistlichenberg, près de Herborn.
— Wrightii. (Flem.) — funatus (Flem.); Ellipsolites (Sow.). Ainsi que les deux suivantes. — compressus.	Cork.
— ovatus. (Flem.)	Sud de l'Irlande; Hof; Schleitz.
— elegans. (Steining.)	Eifel.
Ammonites Henslowi. (Sow.)	Ile de Man.
— subnautilinus. (Schlot.)	Wissenbach, près de Dillenbourg.
— Dalmanni. (Hisinger.)	Ile de Gottland.

	Localités.
— Espèce non déterminée.	Gloucestershire ; Herefordshire, sud de l'Irlande ; Newton Bushel ; Eifel ; Hof ; Frankenberg ; Herborn.
Phragmoceras.... (Murchison.)	Ludlow.

Caustacés.

Calymene Blumenbachii. (Al. Br.)	Dudley ; Lebanon ; Ohio ; Newport ; Utica, Etats-Unis ; Gloucestershire ; Herefordshire ; Skartofta, Scanie ; Ostrogothie ; Blankenheim ; île de Gottland.
— macrophthalma. (Al. Brong.)	Etats-Unis ; Cromford, près de Dusseldorf ; Dudley ; Shropshire ; Dillenbourg.
— variolaris. (Al. Brong.)	Dudley ; Gloucestershire ; Herefordshire ; Ratingen.
— Tristani. (Al. Brong.)	Breuville ; Cotentin ; Falaise ; Lahunandière ; Bain, près de Rennes ; Angers ; Genesee, Etats-Unis ; Eifel.
— bellatula. (Dalman.) — ornata. (Dalman.)	Husbyfjoel, Ostrogothie.
— verrucosa. (Dalman.)	Varving, près de la montagne de Bellingen, Westrogothie.
— polytoma. (Dalman.)	Ljung, Ostrogothie.
— actinura. (Dalman.)	Berg, Ostrogothie.
— sclerops. (Dalman.)	Furudal, Dalécarlie ; Ostrogothie.
— Schlotheimi. (Bronn.)	Blankenheim ; Eifel.
— latiferus. (Bronn.)	Blankenheim.
—? æqualis. (Meyer.)	Herborn ; Dillenberg.
— Brongnartii. (Steininger.) — Latreillii. Stein.)	Eifel.
— clavifrons. (Dalm.) — speciosa. (Dalm.) — centrina. (Dalm.)	Suède.
— punctata. (Wahl.) — concinna. (Dalm.) — pulchella. (Dalm) — pustulata. (Schlot.)	Ile de Gottland.
Proetus Cuvieri. (Steininger.)	Eifel.
Asaphus cornigerus. (Al. Brong.)	Environs de Saint-Pétersbourg, Revel ; Blankenheim.

	Localités.
Asaphus caudigerus. (Al. Brong.)	Dudley.
— Hausmanni. (Al. Brong.)	Nehou (Manche); Prague; Canada; montagnes de Catskill; Karlstein; Kugel.
— De Buchii. (Al. Brong.)	Dinevawr-Park; pays de Galles; Cyer, Norvège; Eifel.
— Brongniartii. (Deslongchamps.)	Eifel.
— extenuatus. (Wahl.)	Husbyfjoel; Heda, Ostrogothie.
— heros. (Dalman.)	Kinnekulle, Westrogothie; Vikarby, Dalécarlie.
— expansus. (Wahl.)	Commun en Suède.
— platynotus. (Dalman.)	Westrogothie.
— frontalis. (Dalman.)	Ljung, Ostrogothie.
— læviceps. (Dalm.) — palpebrosus. (Dalm.)	Husbyfjoel, Ostrogothie.
— crassa cauda. (Wahl.)	Husbyfjoel; Christiania; Bain; Tsarskoïé-Célo.
— Sulzeri	Ginez, Bohême.
— caudatus. (Sow.) — . . . . Espèce dont la queue est aussi longue que le corps.	Horderley; île de Gottland.
— mucronatus. (Al. Brong.) — branniceps. (Dalm.)	Suède.
— granulatus. (Wahl.)	Varving; Olleberg; Westrogothie; Furudal, Dalécarlie.
— angustifrons. (Dalm.)	Husbyfjoel, Ostrogothie.
Cytherina baltica (Hisinger); ou C. Hisingeri. (Munst.) — Phaseolus. (Hisinger.)	Ile de Gottland.
Ogygia Guettardii. (Al. Brong.) — Desmaresti. (Al. Brong.) — Wahlenbergii. (Al. Brong.)	Angers.
— Sillimanni. (Al. Brong.)	Rives du Mohawk, près de Schenectady.
Paradoxides Tessini. (Al. Brong.)	Olstorp, Westrogothie, Ginez, Bohême.
— spinulosus (Al. Brong.); Olenus spinulosus. (Wahl.)	Andrarum, Scanie; Westrogothie, île de Gottland.
— gibbosus (Al. Brong.); Olenus gibbosus. (Wahl.)	Kinnekulle.
— scaraboides (Al. Brong.); Olenus scaraboides. (Wahl.)	Falkoeping; Ostrogothie: Westrogothie.
Hoffii. (Goldf.)	Braatz, près de Ginez, Bohême.

	Localités.
Nileus Armadillo. (Dalm.)	Husbyfjoel et Skarpaesen, Ostrogothie; Tomarp, Scanie; Furudal, Dalécarlie.
— glomerinus. (Dalm.)	Husbyfjoel, Ostrogothie.
Illænus centaurus. (Dalm.)	Ile d'Oeland.
— centrosus. (Dalman.)	Husbyfjoel, Ostrogothie.
— laticauda. (Wahl.) — crassicauda. (Wahl.) — laciniatus. (Wahl.)	Osmundsberg, Dalécarlie.
Ampyx nasatus. (Dalman.)	Skarpaesen et Husbyfjoel, Ostrogothie; Varving, Westrogothie.
— pachyrrhinus. (Dalman)	Osmundsberg, Dalécarlie.
Olenus bucephalus. (Wahl.)	Olstorp, Westrogothie.
— punctatus. (Steininger.)	Eifel.
— Tessini. (Wahl.) — spinulosus. (Wahl.) — gibbosus. (Wahl.) — scarabæoides. (Wahl.)	Ostrogothie.
Agnostus pisiformis. (Al. Brong.)	Kinnekulle, Moesseberg: Westrogothie.
Battus lævigatus. (Dalm.) — spiniger. (Dalm.)	Ostrogothie et Dalécarlie.
Isotelus gigas (Dekay); Asaphus platycephalus. (Stokes.)	Cascade du Trenton.
— planus. (Dekay.)	Cascade du Trenton.
Trilobites. Espèce non déterminée	Environs de Saint-Pétersbourg. Ile de Man, Brixham, Devonshire, Newton Bushel, Elbersreuth.
Homonolotus. . . . . (Murchison.)	Ludlow.

Poissons.

Ichthyodorulites. (Buckl. et De la B.)	Dudley; Herefordshire, Ludlow.
Os de poisson et une dent.	Tortworth, Gloucestershire.
Empreintes de vertèbres de poissons.	Sud de l'Irlande.

LIVRE TREIZIÈME.

DESCRIPTION PARTICULIÈRE DES TERRAINS.

Terrains granitique, pyroïde et volcanique, formant la série plutonique.

CHAPITRE Ier.

TERRAIN GRANITIQUE.

Comprenant :
- Les terrains plutoniques granitoïdes, entritiques, ophiolithiques, de M. Al. Brongniart :
- Les groupes du terrain granitique et du terrain porphyrique, de l'ordre des terrains agalysiens, de M. d'Omalius d'Halloy ;
- Les groupes granitique, porphyrique et trappéen, de la série des formations non stratifiées, de M. Rozet ;
- Une partie des Roches non stratifiées, de M. de la Bèche ;
- Une partie des roches hypopyrogènes ou plutoniques (*hypopyrogenous or plutonic, rocks*), de M. John Phillips ;
- Une partie du sol plutonique, de M. A. Boué ;
- Une partie du terrain primitif des nomenclatures déjà anciennes.

A la suite de la description de chacun des terrains de sédiment qui composent l'écorce du globe, nous avons eu soin de présenter un aperçu des roches d'origine ignée qui les traversent ou les recouvrent. Cependant comme ces roches méritent d'être étudiées séparément, et que d'ailleurs elles forment dans beaucoup de contrées des masses indépendantes, c'est-à-dire des montagnes et des collines, nous allons en présenter une description rapide.

Nous avons décrit les terrains de sédiment dans l'ordre descendant, ou, pour parler autrement, en procédant des plus modernes aux plus anciens ; peut-être pensera-t-on que nous devrions étudier aussi, le terrain volcanique,

puis le terrain pyroïde et le terrain granitique ; mais lorsque l'on tient compte de l'observation fort judicieuse de M. Cordier sur la manière dont se sont formées et consolidées les roches les plus inférieures de l'écorce terrestre ; lorsque l'on considère, par exemple, que cette écorce qui a été produite par incandescence et fusion, s'est solidifiée par refroidissement, c'est-à-dire de l'extérieur à l'intérieur ; il en résulte que les roches les plus voisines de celles de sédiment qu'elles supportent, sont les plus anciennement consolidées ou formées ; il nous semble en résulter aussi que les roches pyroïdes, telles que les trachytes et les basaltes, ayant été rejetées du foyer incandescent, placé au-dessous de la croûte granitique, doivent venir d'une plus grande profondeur que les granites et les porphyres, et qu'enfin les produits volcaniques ou rejetés par les orifices des montagnes que l'on nomme *volcans*, ont leur origine à une profondeur encore plus grande que les trachytes et les basaltes. Ces considérations nous paraissent propres à justifier l'ordre dans lequel nous présentons les terrains de la série plutonique.

Nous diviserons le terrain granitique en *deux* formations : celle dans laquelle domine le granite proprement dit, et celle dans laquelle dominent les porphyres.

FORMATION GRANITIQUE.

Cette formation se compose en général de *granites*, de *syénites*, de *protogynes* et de *pegmatites*. La protogyne y passe quelquefois à la *diorite*.

Les *granites* ne présentent aucune stratification réelle, ce qui s'accorde parfaitement avec leur origine ignée. On a quelquefois, il est vrai, cité des granites stratifiés, parce que dans plusieurs localités les fissures naturelles qui divisent les masses granitiques, présentent une sorte de parallélisme et de régularité, et prennent l'apparence de couches plus ou moins inclinées : les environs de Clermont-Ferrand et de Nantes en offrent des exemples ; mais lorsque l'on observe ces masses avec attention, on finit par reconnaître que ces fissures, toujours très-nombreuses, ne sont que les effets du retrait que les masses ont éprouvé pendant leur refroidissement.

Ce que nous disons de la stratification apparente des masses granitiques se rapporte principalement à celles qui se montrent sur une assez grande étendue : car il arrive

souvent que celles qui sont intercalées au milieu des micaschites et des gneiss, présentant des fissures parallèles aux strates de ces deux espèces de roches, peuvent être considérées comme stratifiées. C'est même en ce sens que les géologistes ont considéré les *granites stratifiés* comme moins anciens que les *granites non stratifiés*. Et en effet, les granites que l'on observe au milieu du terrain schisteux, par exemple, ne sont pas et ne peuvent pas être du même âge que les masses qui constituent le terrain granitique, sur lesquelles le terrain schisteux s'est déposé.

Suivant M. de Humboldt, non-seulement le granite est d'autant plus ancien qu'il offre le moins de traces de stratification; mais encore on peut établir la même règle à l'égard de celui qui est le plus riche en quarz et le moins abondant en mica. D'autres substances minérales servent aussi à reconnaître l'âge relatif de certains granites : ainsi la présence de la tourmaline et du titane rutile, s'accorde avec l'abondance du quarz pour caractériser les granites les plus anciens; le wolfram, l'oxide d'étain (cassitérite) et la pinite, se trouvent dans des granites moins anciens; enfin, les plus récens sont caractérisés par le grenat, le talc et différens autres silicates. Toutefois ces caractères ne sont pas sans exceptions, et ne peuvent servir de règle pour établir l'âge des granites sur les deux continens. Dans les Cordillères c'est un granite à petits grains et à feldspath blanc et blanc jaunâtre qui a paru le plus ancien à M. de Humboldt. Sur les côtes occidentales de l'Amérique équinoxiale, comme à Cascas, dans le Haut-Pérou, et à Quilichao dans les Andes de la Nouvelle-Grenade, il a reconnu les granites anciens non-seulement à leur défaut d'indice de stratification, mais à leur structure non porphyroïde; tandis que ceux des montagnes de la Parime et des cataractes de l'Orénoque, qui renferment, comme ceux des Pyrénées et de la Haute-Egypte, des cristaux isolés d'amphibole, lui ont paru être d'une époque un peu moins ancienne.

Le granite présente quelquefois une division prismatique imparfaite, dont l'ensemble rappelle les groupes de prismes basaltiques; nous en citerons un exemple remarquable dans les Vosges : ce sont les roches des Corbeaux, au sud de Bussang. Macculloch cite, dans l'île d'Ailsa, en Ecosse, une colonnade de prismes granitiques hexagones ou pentagones, qui ont 2 mètres de diamètre et plus de 30 de hauteur.

Nous pensons que l'apparition de ces granites à structure

prismatique n'est point aussi ancienne que celle des granites, qui n'offrent aucune apparence de stratification.

Les roches granitoïdes dont nous allons parler, n'ont fait éruption à la surface de la terre que postérieurement aux granites; cependant on peut les comprendre dans la formation granitique, d'abord parce qu'elles y sont très-souvent intercalées, et en second lieu parce qu'elles offrent un passage presque insensible aux granites.

Ce passage est tellement évident pour les *syénites* et les *protogynes*, qu'on les regarde généralement comme des modifications particulières du granite. Si dans les principes qui constituent le granite et qui sont le quarz, le feldspath et le mica, cette dernière substance est remplacée par le talc, la roche qui en résulte est la protogyne; si le mica est remplacé par l'amphibole, la roche reçoit le nom de syénite.

Cette dernière roche présente un passage d'autant plus visible au granite, que souvent elle conserve encore une partie du mica de celui-ci. Ce fait se remarque, par exemple, dans la Haute-Egypte, près des ruines de l'antique ville de Syène, dont le nom a servi à dénommer la roche qui nous occupe. M. de Humboldt a fait la même observation dans les Andes du Pérou, et aux cataractes de l'Orénoque : la syénite y a conservé aussi son mica. Dans ces localités, la syénite forme des masses subordonnées au granite. Il en est de même dans les Vosges : les montagnes du Hoheneck, du Reisberg et du Bonhomme, en offrent des exemples.

Cependant, le type de la véritable syénite, c'est-à-dire d'une roche granitoïde dans laquelle le mica est totalement remplacé par l'amphibole, se trouve au mont Sinaï. M. Rosière, qui l'a étudiée dans cette montagne, avait même proposé de nommer cette roche *Sinaïte*, afin de la distinguer de celle des environs de Syène. Cette roche a fait éruption encore plus tard que l'autre syénite, puisqu'elle se trouve très-rarement dans le granite, et qu'elle se montre généralement dans le terrain schisteux. D'autres variétés de syénites qui paraissent avoir fait des éruptions plus récentes, sont celles qui contiennent ou de l'hypersthène ou de la diallage, puisqu'on les voit dans certains dépôts de la formation liasique.

La *protogyne* ne commence aussi à se montrer en général que dans les schistes talqueux passant au micaschiste : son apparition est donc postérieure à celle du granite. C'est cette roche qui constitue le massif du Mont-Blanc

et des montagnes environnantes jusqu'au Mont-Rose ; elle s'y lie aux talcschistes. Au Mont-Blanc, elle se compose de feldspath blanc, à gros grains, de quarz vitreux, et de grains verdâtres de talc lamelleux ou compacte. Elle passe fréquemment, soit à la syénite, soit à la diorite : ainsi, dans le groupe du Mont-Blanc, elle se charge peu à peu d'amphibole, aux dépens du talc ; et à Cormayeux, par exemple, elle n'est plus composée que de feldspath et d'amphibole, formant ainsi une variété de *diorite* à gros grains.

La *pegmatite* est une roche composée de feldspath et de quarz, qui semble passer au granite par l'addition d'une troisième substance, le mica. Dans les Vosges, la formation granitique, dit M. Rozet, commence par une *pegmatite granulaire ;* toutes les masses de cette roche se trouvent à la partie inférieure du granite. Mais comme elle se montre en filons dans le granite, il est évident, selon nous, que la pegmatite n'a fait éruption que postérieurement à cette roche. Toutefois, on peut la considérer comme appartenant, dans beaucoup de cas, à la formation granitique.

Après avoir parlé des relations qui existent entre les différentes roches de cette formation, nous croyons devoir citer les principales substances minérales que chacune d'elles renferme.

D'abord nous devons faire observer que, dans quelques localités, ainsi qu'on l'observe dans le département de la Haute-Loire, le granite renferme des rognons de mica pelotonné, de gneiss quelquefois friable, et de micaschiste. Lorsqu'il est en grande masse, on y trouve du gneiss et du micaschiste, en amas parallèles ou en bancs subordonnés ; quelquefois aussi, comme aux environs de Nantes et dans le département de la Haute-Loire, entre Brunelles et Melades, des bancs subordonnés d'amphibolite schistoïde.

Le granite contient accidentellement un grand nombre de minéraux, tels que l'émeraude, l'aigue-marine, le zircon, la topaze, le corindon, l'épidote, le grenat, la tourmaline, l'amphibole, le disthène, le triphane, la préhnite, la paranthine, la lépidolithe, la fluorine, l'apatite, la barytine, et le calcaire.

Il est peu abondant en métaux ; cependant on y voit quelquefois en veines et en filons, l'aimant, l'oligiste, le fer sulfuré, le graphite, la blende, l'argent natif, l'argent sulfuré, l'or natif, le molybdène, le titane, le cuivre pyriteux, la galène, l'étain, et quelquefois l'urane.

La syénite renferme la plupart des substances minérales que l'on trouve dans le granite ; ce sont particulièrement le grenat, la pinite, l'hypersthène, la diallage et le zircon ; les métaux sont le titane et le molybdène.

La protogyne est peu riche en minéraux; on y a observé, mais rarement, la pinite, le titane rutile, le sphène, le fer et le molybdène sulfuré.

La pegmatite contient le mica, le grenat, la tourmaline, le béril, l'aigue-marine, l'andalousite, l'aimant, la cassitérite et le titane. Par sa décomposition, elle fournit le kaolin, silicate d'alumine, dont nous indiquerons l'utilité.

Formes du sol de la formation granitique. — Les montagnes granitiques d'une médiocre hauteur, comme celles de la France occidentale, offrent des contours arrondis et des formes plus ou moins allongées. Elles présentent l'aspect de montagnes isolées qui se succèdent à mesure qu'on avance sur leurs pentes ; elles se terminent presque toujours par de vastes plateaux, et leurs flancs sont couverts de la plus riche végétation.

Dans les Vosges, les roches granitiques constituent des montagnes disposées par massifs, comme celles de gneiss ; chacun de ces massifs, dit M. Rozet, offre une partie centrale, d'où partent des ramifications qui s'étendent dans tous les sens en s'abaissant graduellement. Les cols de séparation sont souvent des coupures profondes et fort escarpées.

Dans le département de la Haute-Loire, les montagnes granitiques présentent des vallons, dont les angles saillans et rentrans correspondent avec une grande précision. Chacune de leurs nombreuses sinuosités est déterminée par une masse plus dure, ordinairement située à l'extrémité des angles saillans ou vers le fond des angles rentrans. Ces vallons granitiques sont ordinairement arrosés par des torrens.

Dans la chaîne du *Riesen-gebirge*, et en général dans les hautes montagnes granitiques, la diversité des formes étonne le voyageur ; les cimes sont escarpées et se terminent en pointes, qui représentent des pyramides droites ou des pyramides qui paraissent être posées sur leur sommet ; les flancs, privés de végétaux, n'offrent que de grandes masses qui fatiguent l'œil par leur nudité ; ces flancs sont quelquefois surmontés, comme ceux du Mont-Blanc, dans la vallée de Chamouni, de piliers massifs ou d'aiguilles élancées, qui

semblent menacer de leur chute l'explorateur qui les examine. A chaque pas qu'il fait, il n'aperçoit que des parties saillantes, qui supportent des groupes de roches amoncelées; ces masses sont disposées quelquefois de la manière la plus bizarre, et forment d'autres fois des passages souterrains ou de profondes cavernes. Ces montagnes présentent des vallées profondes parsemées de roches brisées de toutes les dimensions, dont les angles sont tantôt aigus et tantôt émoussés. Les vallées commencent ordinairement par un cirque plus ou moins évasé, dont les parois sont souvent verticales; généralement très-nombreuses, elles semblent couper les chaînes des montagnes dans toutes les directions, et tombent les unes dans les autres en formant des angles plus ou moins ouverts. Ces vallées et les gorges qui y aboutissent paraissent d'autant plus profondes, qu'elles sont ordinairement étroites et qu'elles offrent des pentes rapides.

En Ecosse, les montagnes granitiques se terminent, comme celles de la France centrale, par des sommets à surface plane, et ayant sur leurs côtés des pentes douces ou des précipices affreux. Quelquefois, dit M. Boué, on remarque à leurs sommets des protubérances formées de roches, dont les surfaces ont été inégalement décomposées; ces montagnes ont alors plusieurs cimes obtuses, et offrent des masses plus ou moins informes, comme en présente le Ben-na-muich-Duidh, qui est environné de précipices de 1,000 pieds de hauteur. D'autres prennent, mais plus rarement, la forme conique, comme les monts Carntoul et Lochan-y-Gar; mais comme plusieurs cimes sont ordinairement liées ensemble, si cette union a lieu à une assez grande élévation, ces sommités coniques ne présentent plus que de petites dents sur la crête des monts. Souvent des pentes douces conduisent au sommet d'une montagne, tandis que sur le côté opposé on se trouve au bord d'un affreux précipice.

Utilité dans les arts. — Tout le monde connaît l'utilité du granite dans les arts et l'industrie; sa dureté et sa grande solidité le font rechercher pour plusieurs genres de construction. Dans le département du Calvados, le granite gris, qui est le plus dur, fournit d'excellentes pierres de taille; on en fait aussi de grandes auges, des tours de pressoir, de grandes pierres plates en usage dans les usines pour couler le cuivre, des revêtemens de trottoirs, des bornes et des pavés. C'est de Vire que l'on tire les bornes que l'on emploie

à Paris. Le granite jaunâtre, moins dur que le précédent, est employé en moellons pour la bâtisse; il a la propriété de résister au feu, probablement, dit M. de Caumont, parce que son feldspath a subi une sorte d'altération : il est conséquemment recherché pour les fours, les cheminées, etc.

Dans plusieurs pays, le granite est employé à ferrer et à réparer les grandes routes; dans d'autres, il est réservé pour les constructions auxquelles on veut donner autant de solidité que de durée : ainsi les Chinois en ont construit les tours de leur fameuse muraille; les Brésiliens ont bâti en granite le fort et la ville de Rio-Janeiro.

La syénite est en général utilisée aux mêmes usages que le granite; mais elle est principalement réservée pour les monumens d'art qui doivent servir d'ornemens, parce que, comme elle contient peu de mica, elle prend un poli beaucoup plus beau que le granite : ainsi le piédestal en forme de rocher du poids de 800,000 kilogrammes qui porte la statue de Pierre le Grand, à Saint-Pétersbourg, est en syénite de Finlande; une autre variété de la même roche a servi à faire les quarante-huit colonnes d'un seul morceau, et toutes de 58 pieds de hauteur, qui décorent et soutiennent l'église de Saint-Isaac; enfin, c'est dans une belle syénite d'un rouge brun que l'on a taillé, sous la direction de l'architecte français Montferrand, la magnifique colonne Alexandrine, dont le fût d'un seul bloc a 84 pieds de long sur 14 de diamètre : c'est le plus haut monolithe que l'on connaisse. La même roche a servi à construire les quais de la Néva et les bords du canal de Catherine.

A Paris, une belle syénite que l'on a tirée de Corse revêt le soubassement de la colonne napoléonienne qui s'élève sur la place Vendôme; une autre syénite apportée de la Bretagne, sert de piédestal à l'obélisque de Louqsor, monolithe égyptien formé aussi de syénite.

La protogyne, pour sa dureté, sa solidité et sa ténacité, peut être employée à divers usages, auxquels le granite est réservé; elle ne paraît pas même susceptible de s'altérer aussi facilement que certains granites; mais sa dureté étant inégale par suite du talc qu'elle contient, il en résulte qu'elle ne peut pas recevoir un poli égal et brillant. Il y a cependant une variété composée d'un beau feldspath rouge rosâtre, entouré ou mêlé de stéatite, qui aurait un aspect fort agréable comme roche d'ornement.

La pegmatite fournit, dans certains pays, de bons maté-

riaux pour la réparation des grandes routes ; mais elle ne peut rivaliser pour la solidité avec le granite et les autres roches que nous venons de passer en revue, parce qu'elle est la plus susceptible d'altération, attendu la grande quantité de feldspath laminaire qui entre dans sa composition, et qui se désagrège facilement par l'action prolongée des agens atmosphériques. Toutefois, c'est la facilité même avec laquelle son feldspath se décompose, qui la rend d'une utilité inappréciable dans une branche importante d'industrie, la fabrication de la porcelaine. L'argile blanche appelée *kaolin*, nom emprunté aux Chinois, est le résultat de la décomposition du feldspath : c'est la base indispensable de la pâte de la porcelaine. La pegmatite très-feldspathique, mais non altérée, donne, sous les noms techniques de *caillou* et de *pétunzé*, autre nom chinois, ce que l'on appelle la *couverte* ou le *vernis* de la porcelaine. La seule préparation qu'elle exige est d'être parfaitement broyée, puis délayée dans de l'eau que l'on met dans un baquet. Chaque pièce de porcelaine qui a déjà subi un certain degré de cuisson est plongée dans l'eau qui contient en suspension la pegmatite broyée ; on la fait recuire ensuite, et l'action de la chaleur en vitrifiant le mélange de feldspath et de quarz qui forme la couverte, produit le brillant enduit qui donne à la porcelaine tout son éclat.

Les métaux, tels que le fer et l'étain, que renferme la formation granitique, sont exploités dans plusieurs contrées, mais en général avec peu d'avantage.

Des sources abondantes et d'une excellente qualité prennent naissance dans la formation granitique ; mais malgré la fraîcheur qu'elles y entretiennent, le sol qui la recouvre paraît peu propre à la culture des céréales et des pommes de terre ; toutefois, les pâturages y sont gras, et constituent même la principale richesse des hautes montagnes granitiques.

La facilité plus ou moins grande avec laquelle les granites et les roches granitoïdes se décomposent, apporte, dit M. de Caumont, des inégalités sensibles dans la fertilité du sol qui la recouvre. À côté de plateaux abondamment couverts de terre végétale, il s'en trouve qui sont arides et jonchés de blocs de granite.

Les arbres verts, et dans les contrées peu élevées le châtaignier, paraissent affectionner le sol granitique. Dans quelques parties de la Bourgogne, la vigne même prospère sur une couche meuble composée de détritus de roches granitiques.

FORMATION PORPHYRIQUE.

Cette formation diffère de la précédente, plus encore par la texture que par la nature minéralogique des roches : ainsi à la texture granulaire succède la texture compacte ; mais les principales substances minérales dont elles sont composées sont encore le quarz, le feldspath, l'amphibole et le talc, auxquels se joignent des silicates magnésiques, qui ne se montrent point dans la formation granitique.

Les roches les plus importantes qui figurent dans cette formation sont les *Porphyres*, les *Ophites*, les *Euphotides*, les *Ophiolithes*, les *Spilites*, les *Syénites*, les *Mélaphyres*, les *Eurites*, les *Diorites*, les *Trapps;* mais ce sont les porphyres qui par leur abondance la caractérisent.

M. d'Omalius d'Halloy a proposé de diviser la formation porphyrique en trois systèmes, que l'on pourrait désigner, dit-il, par les épithètes de *rouge* ou *quarzifère*, de *vert* ou *ophiolithique* et de *noir* ou *pyroxénique;* mais cependant sans donner un sens trop rigoureux à ces désignations. En effet, il y a plus de porphyres quarzifères rouges qu'il n'y en a de noirs ; il y en a aussi de violets, de gris, de verdâtres ; tandis que la couleur noire n'est pas toujours celle du porphyre pyroxénique.

Les différens porphyres passent des uns aux autres par degrés insensibles, et même lorsque la pâte du porphyre ne renferme pas ou renferme peu de cristaux de feldspath, la roche devient une eurite ; lorsque celle-ci se charge d'amphibole, elle forme une diorite ou une aphanite ; lorsque l'eurite se mélange de pyroxène, elle devient un trapp ou une vake ; quand cette dernière roche renferme des noyaux de calcaire ou d'autres minéraux, elle devient une spilite ; enfin lorsque les élémens qui composent le trapp s'isolent ou lorsqu'ils renferment des cristaux de feldspath, il se forme de la dolérite ou du mélaphyre.

Le *Porphyre* quarzifère se lie d'une manière si intime avec le granite et les roches de la formation granitique, qu'il est difficile de distinguer la ligne de démarcation. Il arrive très-souvent que dans la partie inférieure de la masse granitique, le feldspath pur ou mêlé à d'autres substances, devient compacte ; que les cristaux, bien que distincts, commencent à se confondre ; que bientôt on ne voit plus qu'une masse porphyroïde, dans laquelle on peut encore distinguer trois substances, telles que le quarz, le feldspath

et le mica ou le talc ou bien encore l'amphibole, mais disséminées dans une pâte d'une couleur uniforme ; cette roche est un véritable porphyre. Ce passage a été signalé dans un grand nombre de localités : les environs du lac Majeur, l'Ecosse, les Vosges et l'Erz-gebirge en offrent la preuve.

On a remarqué aussi un passage très-marqué entre le porphyre quarzifère rouge, et la syénite de la même couleur : aussi est-il assez rare de trouver l'une de ces roches sans rencontrer l'autre.

Le porphyre brun rouge des environs de Christiania en Norvège, contient, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, peu de quarz, peu d'amphibole, et offre des cristaux de feldspath lamelleux et des infiltrations de calcaire spathique ; cependant cette roche peut être rangée parmi les porphyres quarzifères. Par l'addition de l'amphibole on la voit aussi passer à la syénite.

Le porphyre noir ou pyroxénique, appelé *Mélaphyre* par M. Brongniart, se lie avec le porphyre quarzifère rouge, bien qu'il s'en distingue, non-seulement par sa couleur, mais encore par l'absence très-fréquente du quarz, qui n'en est pas une partie constituante mais accidentelle. Le mélaphyre forme dans certaines contrées des masses puissantes : l'espace qui s'étend au sud de la Nahe entre le Rhin et la Sarre en offre des exemples. Il y forme un groupe de belles roches qui passent presque toutes de l'une à l'autre, et dont les mieux caractérisées et les plus communes sout le véritable porphyre, le spilite et le trapp.

Les différentes variétés de porphyres passent des unes aux autres par des nuances presque insensibles.

Le *Spilite* dont une des principales variétés est la roche que l'on a nommée *variolite*, est formé dans la contrée que nous venons d'indiquer, d'une pâte de vake rougeâtre, qui renferme un grand nombre de noyaux arrondis de calcaire blanc cristallisé, et de rognons d'agate, de calcédoine et de jaspe, ainsi que d'autres substances, telles que l'harmotome et la chabasie. Cette roche a une grande tendance à se désagréger, et les globules qui y sont dispersés venant à se détacher, les cellules qui les renfermaient, donnent au spilite l'apparence d'une lave poreuse.

Le *Trapp*, roche d'un grain serré, d'une couleur ordinairement noire, et quelquefois bleuâtre, verdâtre et rougeâtre, se présente en masses qui forment souvent des bancs considérables, divisés perpendiculairement par de nom-

breuses fissures, que l'on pourrait prendre pour des traces de stratification.

Dans les Vosges cette roche est quelquefois très-massive, comme dans la vallée de Rimbach; autour du lac Blanc nous lui avons trouvé une tendance à se diviser en masses prismatiques; mais le plus ordinairement, suivant M. Rozet, il est fissile et même schistoïde.

Ce géologiste a remarqué au pied septentrional du Rossberg, une roche qu'il regarde comme un trapp, et renfermant des couches d'un grès *pétro-siliceux*, qui contient de petits fragmens de trapp et des débris de végétaux. La roche qu'il appelle trapp schistoïde en renferme aussi, mais généralement fort altérés; cependant M. Voltz y a reconnu des *Calamites*, des *Stigmaria* et des tiges analogues à celles des *Sagenaria*. On n'y a trouvé aucun débris du règne animal. Ces faits, d'une grande importance, ont été révoqués en doute par plusieurs géologistes, qui à la vérité n'ont point visité les localités indiquées par M. Rozet.

Dans ses parties inférieures, au point de contact avec les eurites compactes, ajoute-t-il, le trapp alterne avec ces roches; mais plus bas on n'y trouve plus d'autres roches en couches ou en masses, que le grès pétro-siliceux dont il vient d'être question. D'après les observations de M. Rozet, le trapp serait, du moins dans les Vosges, la plus inférieure de toutes les roches.

L'*Eurite* présente dans ces montagnes trois variétés distinctes : l'eurite compacte, l'eurite porphyroïde et l'eurite granitoïde. La première varie beaucoup de couleur : on en voit de grises, de vertes, de blanchâtres, de rouges, de brunes et même de noires : ce que M. Rozet attribue à une certaine quantité de fer, d'amphibole, et d'autres substances colorantes que contiennent ces dernières. Les eurites compactes ont une structure massive, bien qu'elles aient une fausse apparence de stratification; elles sont traversées dans tous les sens par des fissures, et se divisent fréquemment sous le choc du marteau en un grand nombre de fragmens rhomboédriques.

Les trappites et les eurites compactes alternent ensemble un grand nombre de fois; ces eurites présentent souvent des impressions de tiges végétales, dont l'intérieur est ordinairement rempli par la pâte de la roche, et l'extérieur presque carbonisé, comme si les végétaux avaient été saisis par la roche en incandescence. Nous avons recueilli de ces impressions végétales aux environs de Thann. L'alter-

nance, et quelquefois le mélange des trappites et des eurites, ainsi que l'a constaté M. Rozet, constituent des montagnes de 1,100 à 1,300 mètres de hauteur. Ces deux roches forment principalement le massif, dont le ballon de Guebwiller est le centre. La couleur des eurites compactes est extrêmement variée : on en voit de grises, de blanchâtres, de vertes, de rouges, de brunes, et même de noires. Au milieu de ces roches se trouvent des diorites intercalées et formant saillies, reconnaissables de loin par leurs blocs irréguliers d'une teinte blanchâtre. (*Pl.* 23, *fig.* 18.)

En se dirigeant de Giromagny à Bussang, par Saint-Maurice, et en traversant le ballon d'Alsace, on voit à la base de cette montagne les eurites compactes passer aux eurites porphyroïdes, et même au porphyre; et les diorites intercalées entre ces roches, de manière à y former les masses saillantes dont nous avons parlé.

Ces roches sont souvent accompagnées de conglomérats, tantôt rejetés sur les flancs des montagnes ou à leur base, et souvent intercalés dans la masse. Elles présentent souvent des parties scoriacées; souvent aussi l'on y remarque des *spilites amygdaloïdes*, que l'on pourrait prendre pour de véritables laves. Les conglomérats, et d'autres roches arénacées, présentent des débris de végétaux; mais M. Rozet n'en a jamais trouvé dans les roches porphyriques.

En s'élevant sur les flancs des montagnes, les eurites passent à des *diorites granitoïdes* qui deviennent de véritables Syénites, et même des Granites : ainsi le sommet du ballon d'Alsace est formé de syénite, et un peu plus au nord, près de Bussang, la montagne appelée *Tête des Corbeaux*, est composée d'un véritable granite, reposant sur l'eurite granitoïde, qui en descendant passe au porphyre et à l'eurite compacte, dans laquelle est creusée la vallée où se trouve Saint-Maurice.

En remontant la pente du ballon d'Alsace on retrouve la succession des mêmes roches; et les syénites semblent y avoir été soulevées de bas en haut et s'être répandues sur les flancs jusqu'au milieu de sa hauteur. Au surplus, tout y annonce, et par quelques-unes des roches qu'on y remarque, et par la disposition générale, l'effet de l'action ignée.

Au-dessus des eurites compactes se présentent les eurites porphyroïdes, qui ne sont en réalité que des porphyres mal caractérisés. Ces eurites, dit M. Rozet, renferment toujours des cristaux d'amphibole, et offrent certaines taches noires qui leur donnent quelquefois l'aspect tigré, et

qui ne sont dues qu'à de l'amphibole accumulée dans certaines places. Leur couleur varie comme celle des eurites compactes : elles sont très-brunes quand l'amphibole y abonde, et d'une teinte claire lorsqu'il y est en petite quantité ou en petits cristaux disséminés.

En continuant à s'élever sur les flancs des montagnes les eurites porphyroïdes prennent du mica, même du quarz sur certains points, et deviennent granitoïdes bien que l'orthose qui lui sert de base, conserve une grande compacité ; mais plus on s'élève et moins il est compacte. On arrive enfin, dit M. Rozet, à une roche dans laquelle tous les élémens sont distincts, le feldspath compacte, comme le feldspath lamellaire, et que l'on peut nommer aussi bien *Eurite granitique* que *Granite euritique*. De cette roche au granite il n'y a qu'une nuance : le feldspath devient lamellaire ; le quarz et le mica bien visibles ; on a enfin un véritable granite qui se modifie ensuite suivant les localités [1].

Des masses de *Diorites* compactes, qui deviennent des amphibolites, lorsque l'amphibole y domine, se trouvent intercalées au milieu des eurites compactes des Vosges. Elles s'y lient même intimement, bien qu'elles s'en distinguent par leur composition. Dans les vallées de la Moselle et de la Thur les diorites sont subordonnés aux eurites ; mais dans les vallées de Senones et de la Bruche, dans le massif du Champ-du-Feu et dans plusieurs autres localités, les diorites sont en aussi grande abondance que les eurites. Ces deux espèces de roches passent de l'une à l'autre, se pénètrent réciproquement et paraissent avoir été formées ensemble, puisque des filons de quarz, de calcaire spathique, etc., traversent en même temps les eurites et les diorites.

Les diorites jouent un rôle important dans certaines contrées du globe ; une variété porphyroïde s'est fait jour sur plusieurs points de la partie montagneuse de la Krimée, où elle présente souvent des masses imposantes, tandis que sur quelques points elle est sortie du sein de la terre en longs et larges filons dont les débris couvrent le sol de leurs énormes blocs. Suivant M. Dubois de Montpéreux, dans le bassin de l'Arménie centrale, le noyau de la chaîne qui barre l'Araxe est composé de diorite, que flanquent de chaque côté des jets de mélaphyre, qui ont percé à travers les terrains les plus récens.

[1] Description géologique de la partie méridionale de la chaîne des Vosges, par M. Rozet.

L'*Ophite* ou le porphyre vert, les diverses *Ophiolithes* ou serpentines et les *Euphotides*, constituent l'un des groupes les plus importans de la formation porphyrique.

Diverses variétés d'ophites, ainsi qu'on l'a vu précédemment, se montrent dans la chaîne des Pyrénées; on pense qu'elles ne sont pas arrivées liquides à la surface du sol, que conséquemment elles n'ont pas coulé, mais qu'elles se sont élevées à l'état de masses pâteuses par de larges crevasses. Dans la Morée, le porphyre vert que M. Boblaye a nommé *Prasophyre*, est associé aux roches euritiques.

Des masses d'ophiolithes se montrent dans les Vosges au milieu des granites et des syénites : chacune de ces masses est traversée par un grand nombre de fissures qui les divisent en fragmens généralement quadrangulaires plus ou moins irréguliers. Ces fissures sont remplies de talc fibreux ou compacte. Les ophiolithes des Vosges sortent presque toutes du milieu des masses de leptynites; elles ne sont jamais recouvertes que par des dépôts de transport.

Dans les Apennins de la Ligurie et de la Toscane, des ophiolithes et des euphotides qui se lient par un grand nombre de passages, constituent un groupe important. Leurs variétés y sont extrêmement nombreuses, selon que les élémens des deux roches sont plus ou moins mélangés. Elles ne sont recouvertes par aucune autre roche, et forment sur des dépôts peu anciens, des séries de collines et même de montagnes assez élevées. Leurs masses ne montrent aucune tendance à la stratification.

Les éruptions les plus remarquables, selon M. Boué, sont celles en forme de champignons, au milieu des grès crayeux des Apennins, dans les environs de Prato en Toscane. « Elles sont accompagnées de deux accidens, savoir : 1° de brèches serpentineuses ou euphotidiques, qui ne sont que des débris des roches traversées, réagrégées et placées à côté des masses éruptives ou sous ces dernières; 2° de la production de jaspe rouge ou verdâtre, provenant des marnes schisteuses altérées. »

Les substances minérales disséminées dans les différentes roches de la formation porphyrique sont assez nombreuses, bien qu'elles le soient moins que dans la formation granitique. Les porphyres, les mélaphyres, les eurites et les trapps renferment le grenat, l'épidote, le disthène, l'agate, le mercure, le manganèse, divers oxides de fer et des pyrites. L'or et l'argent se trouvent aussi dans les porphyres. Les ophiolithes, les ophites et les euphotides, contiennent la

grammatite, l'asbeste, le grenat, le feldspath, le quarz, l'amphibole, le talc, la diallage, le manganèse, l'aimant et le sulfure de fer.

FORMATION PORPHYRIQUE
En Hongrie.

La formation porphyrique que M. Beudant nomme *terrain de syénite et grunstein porphyrique*, se compose en Hongrie de plusieurs variétés de trapps, de porphyres et de diorites, dont la plus commune est la diorite porphyroïde, qu'il désigne sous le nom de grunstein porphyrique. Cette roche est souvent associée à la syénite; on voit même celle-ci passer par toutes les nuances, d'un côté à la diorite porphyroïde et de l'autre au granite.

La partie la plus supérieure de cet ensemble de roches, est principalement composée d'une variété de diorite que M. Beudant nomme grunstein porphyrique terreux, variété dans laquelle le felspath est fort tendre et l'amphibole tout à fait terreux; mais qui est importante, par l'espace qu'elle occupe autour de Schemnitz, et par sa richesse métallique, puisque c'est elle qui renferme plus particulièrement les principaux filons aurifères et argentifères de la Hongrie.

Plus bas se présentent des diorites compactes ou porphyroïdes, qui par leur couleur et le mélange de diverses substances, telles que le grenat, l'amphibole, le pyroxène, etc. offrent un grand nombre de modifications.

La roche qui supporte habituellement ces masses dioritiques est la syénite passant tantôt au granite et tantôt au gneiss.

Suivant M. Beudant, tout cet ensemble de roches se trouve géologiquement placé entre le terrain schisteux et les trachytes.

FORMATION PORPHYRIQUE.
Dans l'Amérique équinoxiale.

« Ce qui caractérise en général, dit M. de Humboldt, les porphyres, en partie très-métallifères de l'Amérique équinoxiale, c'est l'absence presque totale du quarz, la présence de l'amphibole, du feldspath vitreux, et quelquefois du pyroxène. » Ces porphyres passent en effet aux diorites et aux trachytes; dans certains cas même il est souvent fort

difficile de les distinguer de ces dernières roches qui les recouvrent.

Un caractère remarquable que présentent les porphyres mexicains et ceux de la Colombie; c'est leur tendance constante à une stratification régulière, tendance très-rarement observée en Europe.

Dans la vallée de Mexico, M. de Humboldt a reconnu une masse porphyrique qui présente les variétés suivantes :

1° *Porphyre gris rougeâtre,* roche un peu argileuse contenant, en quantité à peu près égale, des cristaux d'amphibole et de feldspath commun (orthose). Elle ne présente point de stratification distincte.

2° *Porphyre rouge, terreux ;* variété qui contient de nombreux cristaux d'orthose, décomposés.

3° *Porphyre noir ou gris noirâtre ;* variété qui se rapproche de quelques mélaphyres. Sa pâte est composée de feldspath compacte ; sa cassure est mate, unie et conchoïde ; elle contient de petits cristaux de feldspath vitreux (albite) et de pyroxène vert d'olive, et très-peu d'amphibole. Elle est stratifiée en couches de trois à quatre pouces d'épaisseur. Cette roche, qui renferme du naphte et du pétrole, est argentifère dans quelques localités.

Les porphyres des environs de Guanaxuato reposent évidemment, suivant M. de Humboldt, sur le terrain schisteux. Ils sont essentiellement métallifères. Leur pâte, composée d'un feldspath compacte vert, enchâsse du feldspath lamelleux non vitreux, soit en cristaux presque microscopiques, soit en cristaux très-grands. L'amphibole décomposé, qui teint probablement en vert la masse entière de ces roches, ne se distingue que par des taches informes. « En s'élevant vers la Sierra (puerto de Santa-Rosa, puerto de Varientos), le porphyre est souvent divisé en boules à couches concentriques; sa pâte devient vert-noirâtre, semi-vitreuse (pechsteinporphyr), et renferme à la fois un peu de mica cristallisé et des grains de quarz. Près de Villalpando les filons aurifères traversent un porphyre vert de prase à base de phonolithe, dans lequel on ne reconnaît que quelques petits cristaux effilés de feldspath vitreux. C'est une roche qu'on a de la peine à distinguer du *porphyrschiefer* trachytique ; je l'ai vue couverte et d'un porphyre terreux blanc-jaunâtre (mine de Santa-Cruz) et d'un conglomérat ancien (boca de la mine de la Villalpando) qui représente évidemment le grès rouge, et dont les couches inférieures passent à la grauwacke. »

La structure des porphyres mexicains est d'une grande sim-

plicité : ils constituent une immense formation, qui malgré sa grande épaisseur n'est point interrompue, comme les porphyres de l'Europe, par des bancs de roches intercalées.

Un porphyre gris-verdâtre, que M. de Humboldt a proposé d'appeler *porphyre amphibolique*, repose sur les granites dans la Colombie. Il renferme peu d'amphibole, très-peu de quarz en petits cristaux, et un feldspath qui passe de l'orthose à l'albite. Par plusieurs nuances il se rapproche des trachytes. Les masses qu'il forme sont dépourvues de filons métallifères. Cette roche est régulièrement stratifiée ; elle occupe en Amérique un espace considérable au milieu des masses porphyriques, qui, sur une étendue de 2,500 lieues, constituent en partie la chaîne qui traverse ce continent dans toute sa longueur. Sur les pentes occidentales et orientales des Andes du Pérou, M. de Humboldt a observé des porphyres qui, à Sondorillo, sont très-régulièrement stratifiés, et qui au Paramo de Chulucanas sont divisés en prismes gigantesques. Leur base noire, dit-il, est presque basaltique. Ils renferment plus de pyroxène que de feldspath et alternent dans quelques localités avec des couches de jaspe et de feldspath compacte noir, qui rappelle certains basaltes employés dans les monumens des anciens.

Les porphyres de la région équinoxiale du Mexique renferment, quoique bien rarement, des grenats disséminés, du mercure sulfuré et de l'étain.

Formes du sol de la formation porphyrique. Les montagnes composées de roches de cette formation, ont presque toutes des formes coniques très-prononcées, comme on peut le remarquer dans le groupe du Morvan et dans celui des Vosges, où elles constituent les sommets les plus élevés. Dans la chaîne Vosgienne, les montagnes porphyriques atteignent une hauteur absolue de 1000 à 1300 mètres. Elles présentent sur leurs flancs des dépressions plus ou moins profondes, qui sont, dit M. Rozet, des portions de surfaces coniques dont le sommet est en bas.

Les vallées commencent par des cirques qui affectent la même forme et vont ensuite en se rétrécissant jusqu'à une certaine distance, et s'élargissent après. Plusieurs de ces cirques sont très-profonds, et les eaux qui s'y réunissent forment des lacs, dont le trop-plein coule par une coupure étroite. « Les parois de ces cirques sont couvertes d'aspérités sillonnées par des déchirures allant de bas en haut, ce qui annonce qu'ils sont le produit d'une action violente,

comme l'éruption d'une masse gazeuse qui se serait fait jour à travers une substance pâteuse. »

Les montagnes porphyriques constituent aussi des massifs au centre desquels s'élève un cône plus ou moins parfait, qui est ordinairement plus haut que tous les autres. Les ramifications que la masse centrale dirige dans tous les sens, se terminent par des crêtes assez étroites, garnies de petits cônes peu éloignés les uns des autres, ce qui leur donne de loin un profil dentelé qui les fait reconnaître. « Autour de chaque cône principal il existe plusieurs autres cônes moins considérables, centres de massifs secondaires, dont les ramifications divergent aussi comme celles du cône principal : les massifs secondaires sont toujours liés à celui dont ils ne sont qu'une dépendance [1]. »

En Ecosse, suivant M. Boué, les montagnes porphyriques offrent des contours arrondis ou légèrement bosselés, ou des masses plus ou moins anguleuses placées sur le sommet plat de montagnes très-massives. Dans quelques cas, elles ne présentent des escarpemens que vers leurs sommets, comme, par exemple, dans les monts Cruachan et Nevis, près de la cime desquels il y a des précipices effroyables. D'autres fois, comme dans la vallée de Coë, ce sont des murailles verticales surmontées de cimes plates ou à pentes douces ; mais ce dernier cas tient peut-être à un accident particulier, car la dureté très-inégale des roches porphyriques produit par la décomposition des formes plus ou moins variées.

Les porphyres métallifères forment à l'est de Guanaxuato au Mexique, des masses gigantesques qui présentent de loin l'apparence de murs et de bastions. Ces crêtes, taillées à pic et élevées de 1200 pieds au-dessus des plaines environnantes, portent le nom de *Buffas*.

Les spilites constituent quelquefois des montagnes ; mais elles sont peu élevées, coniques, comme celles de porphyre, et sans aucune apparence de stratification. On y remarque seulement une disposition prismatoïde.

Ainsi que l'indique son nom suédois, qui signifie *escalier*, le Trapp forme en Suède des masses au sein d'autres roches, et quelquefois des montagnes entières, qui présentent les unes et les autres des retraits prismatoïdes formant des gradins symétriques qui se succèdent de la base au sommet.

[1] Description géologique de la partie méridionale des Vosges, par M. Rozet.

Les Eurites constituent quelquefois des portions de montagnes ou des montagnes entières, dont les cimes sont souvent coniques, et les pentes escarpées.

Les Diorites forment quelquefois des montagnes, dont les contours sont arrondis, ou qui présentent des cônes surbaissés, comme nous l'avons remarqué en Krimée, où ils se présentent en masses imposantes et isolées ou en larges filons, et où ils offrent quelquefois des cavités cratériformes, dont les parois et les bords sont jonchés de blocs anguleux.

Les montagnes de Diorite, suivant M. de Léonhard, constituent en partie des chaînes que divisent un grand nombre de vallées, ou des montagnes isolées, coniques, qui s'élèvent rarement à une grande hauteur. On y remarque souvent des monceaux de rochers arrondis. Leurs pentes sont quelquefois garnies de nombreuses sommités saillantes; dans les vallées dont les flancs s'abaissent doucement, on remarque des rochers isolés de peu d'élévation.

Les Ophites et les Ophiolithes forment aussi des montagnes coniques peu élevées, mais dont les croupes sont arrondies et les pentes assez rapides. Quelquefois leurs flancs sont sillonnés profondément, ou présentent des coupures escarpées en forme de falaises, ou des rochers à pointes pyramidales.

Utilité dans les arts. — La plupart des roches de la formation porphyrique fournissent de bons matériaux pour l'entretien des routes et pour les constructions; mais plusieurs variétés sont, depuis une époque fort reculée, recherchées pour les objets d'ornement.

Le porphyre rouge d'Egypte, connu aussi sous le nom de *Porphyre rouge antique*, et dont la pâte, d'un rouge foncé, renferme de petits cristaux de feldspath blanc, était recherché des anciens, parce qu'il prend un très-beau poli : ils le tiraient des montagnes qui s'élèvent entre le Nil et la mer Rouge. Les Egyptiens en faisaient des cuves sépulcrales, des baignoires, des colonnes et des obélisques. On conserve plusieurs de ces baignoires au musée du Louvre, à Paris, ainsi que plusieurs statues colossales représentant des captifs, et qui, à l'exception des têtes, sont faites de ce porphyre. Une cuve de la même roche, et qui sert de fonds baptismaux, se voit dans la cathédrale de Metz : elle vient des anciens bains romains de cette ville. Les colonnes de 40 pieds de fût, d'un seul bloc, qui décorent la mosquée de

Sainte-Sophie, à Constantinople, sont aussi de ce porphyre; enfin, l'une des plus grandes masses travaillées de cette roche, est l'obélisque de Sixte-Quint, à Rome.

Le porphyre rouge et violet que l'on exploite à Blyberg, près d'Elfvedalen, en Suède, est employé à faire des tables, des vases, des urnes, et divers autres objets de luxe.

Les trapps et les trappites étant des roches massives coupées par un grand nombre de fissures, ne peuvent fournir que des matériaux propres à ferrer les routes. Les spilites sont, comme les trapps, peu susceptibles d'être utilisés; cependant la variété appelée *variolite*, est employée à faire de petits objets de luxe. Quant aux Eurites, il en est plusieurs espèces qui, par leur solidité et leur disposition à prendre un beau poli, peuvent être utilisées dans les arts.

Les Euphotides, roches très-dures et qui souvent recevaient un poli égal et brillant, sont employées comme les porphyres dans la composition des ornemens et des meubles les plus précieux: ces roches offrant rarement des masses homogènes d'un grand volume, il en résulte que les grandes tables que l'on en obtient quelquefois sont d'un prix fort élevé. La difficulté de tailler et de polir l'Euphotide augmente encore la valeur des tables, des vases et des autres objets faits de cette roche.

Les roches dont nous venons d'indiquer l'utilité, présentent rarement des gîtes de minerais exploitables: toutefois, il faut en excepter le Diorite porphyrique qui, dans la Hongrie et au Mexique, renferme d'importans dépôts argentifères et aurifères. C'est uniquement au milieu de cette roche que se trouvent les principaux filons d'argent et d'or que possèdent la Hongrie et la Transylvanie, et qui, bien qu'exploités depuis des siècles, promettent encore pour long-temps de beaux résultats. Dans les deux contrées que nous venons de citer, ces filons sont en général très-puissans: ceux des environs de Schemnitz ont rarement moins de 6 à 8 mètres, et dans quelques parties ils vont jusqu'à 40. La masse des filons se compose de quarz, de sidérose, de barytine, et quelquefois de fluorine; leur produit en Hongrie est d'environ 2,600 marcs d'or, et de 80,000 d'argent; et en Transylvanie de 2,500 marcs d'or, et de 5,000 d'argent.

La formation porphyrique du Mexique a offert aussi une prodigieuse richesse en métaux précieux. A Pachuca, dit M. de Humboldt, le seul puits de l'Encino a fourni annuellement pendant long-temps plus de 30,000 marcs

d'argent ; en 1726 et 1727, les deux exploitations de la Biscaina et du Xucal ont donné ensemble 542,000 marcs ; le fameux filon argentifère de Guanaxuato a fourni en deux cent trente ans plus de 180 millions de piastres.

Les roches de la formation porphyrique étant coupées, de nombreuses fissures retiennent difficilement les eaux : il en résulte que les sources y sont assez rares, et tarissent presque toutes pendant l'été ; il en résulte aussi que le sol qui recouvre ces roches est peu fertile. Les pentes des montagnes, jonchées de nombreux débris, sont ordinairement couvertes d'une végétation chétive. Cependant, sur les points où la décomposition superficielle des masses porphyriques a produit une couche assez épaisse de terre argileuse mêlée de morceaux de quarz, on voit croître de belles forêts, et les vallées couvertes de ce sol présentent de vertes prairies et des champs fertiles.

TABLEAU

DE LA PUISSANCE ET DE L'ÉLÉVATION DU TERRAIN GRANITIQUE.

	Localités.	Nature des dépôts.	Puissance.	Élévation.
Europe.	France (Vosges), de la vallée de Bussang au sommet de la tête des Corbeaux	Granite[1]	480m	»
	idem (*idem*), de la vallée de Ramesbach au sommet du Drumont. . . .	*idem*.	500	»
	idem (*idem*), du pied du Drumont au sommet.	*idem*.	710	»
	idem (*idem*), de la vallée de la Thur au sommet du Grand-Ventron. .	*idem*.	660	»
	idem (*idem*), le haut du Rhau.	*idem*.	»	969
	idem (*idem*), le haut du Thau.	*idem*.	»	894
	idem (*idem*), dans l'escarpement N.-E. du Ballon d'Alsace.	Syénite.	630	1257
	idem (*idem*), dans l'escarpement du Ballon de Servance, qui domine la colline de Presle. . .	*idem*.	610	1210
	idem (Puy-de-Dôme).	Granite	»	1000
	idem (le pic d'Estats dans les Pyrénées).	*idem*.	»	3234
	idem (montagne de Troumouse, *idem*).	*idem*.	»	3199
	Savoie (Alpes), Aiguilles du midi. .	Protogyne.	»	3884
	idem (*idem*), Le Géant.	*idem*.	»	4206

[1] La puissance du granite et de la syénite, dans les Vosges, a été mesurée par M. Rozet.

	Localités.	Nature des dépôts.	Puissance.	Élévation.
Europe.	Allemagne (Le Schneeberg, dans la chaîne du Fichtel-gebirge)...	Granite.......	»	1055
	idem (Harz oriental).......	*idem.*	650 à 1300	»
	Ecosse (Mont-Brairiach).......	*idem.*	»	1360
	idem (mont Bennamuich-Duidh)...	*idem*	»	1390
	idem (Mont Carntoul).......	*idem.*	»	1350
	idem (Mont Lochan-y-Gar)......	*idem.*	»	1230
	idem (Monts Cheviot).......	Syénite........	»	818
	idem (Mont Nevis).	Porphyre......	»	1420
	idem (Mont Cruachan.).......	*idem.*	»	1095
	France (Montagne de Folletin, département de la Haute-Loire).......	*idem.*	»	1368
	idem (Mont Seven dans les Vosges)..	*idem.*	»	485
	idem (Mont Rotabac dans les Vosges)..	*idem.*	»	1318
	France (Vosges).	Eurite........	700	1100 à 1400
	idem (*idem*), Ballon de Soultz......	*idem.*	»	1426
	idem (*idem*), Giromagny.......	Diorite........	»	468
	France (Vosges.).	Trapp........	30	»
Amérique.	Nouvelle-Ecosse..	Trapp........	»	175
	Mexique (Real de Moran).......	Porphyre......	1625	»
	idem (Vallée du Papagallo)......	*idem.*	692	»
	idem (Vallée de Mexico)......	*idem.*	»	1340 à 2730
	idem (Cerro Ventosa).......	*idem.*	550	»
	idem (Près de Guanaxuato)......	*idem.*	400	»
	idem (Cerro de Mamanchota)....	*idem.*	974	2976

TABLEAU GÉOGRAPHIQUE
DU TERRAIN GRANITIQUE.

Nature des dépôts.	Localités.
Granite.	EUROPE.—*France:* environs de Nantes (Loire-Inférieure); d'Alençon (Orne); de Vire (Calvados); d'Avranches, de Mortain et de Granville (Manche); d'Epinal, de Bussang, de Saint-Amarin, de Gérardmer et de Massevaux (Vosges); de Tulle et de Brives (Corrèze); du Puy-en-Velay (Haute-Loire); d'Avalon (Yonne); montagne des Couchets (Saône-et-Loire); environs d'Aubenas (Ardèche); de Clermont, d'Issoire (Puy-de-Dôme); de Limoges (Haute-Vienne); montagnes de l'Oisans (Isère); montagnes de Saint-Just, de Noiretable (Loire). Dans les Pyrénées : le port d'Oo, le port de Clarabide, le col de la Marguerite, la Maladetta, le Canigou. *Angleterre:* forêt de Dartmoor (Devonshire). *Ecosse:* montagnes de Bremar, d'Avon, de Bourd, de Carngorm, de Brairiach, de Coriarich, de Cairnsmuir; environs de Castleton-of-Bremar; de Crathy, de Cairndow; îles d'Arran, de Mull, de Pomona, de Sky; les îles Shetlands. *Irlande:* environs de Dublin. *Royaume de Saxe:* environs de Geyer; de Schneeberg; de Penig. *Royaume d'Hanovre:* montagnes du Harz. *Grand-duché de Bade:* environs de Waldshut. *Prusse:* le mont Broken (province de Saxe); chaîne du *Riesen-gebirge*, en Silésie. *Suisse:* montagne de la Jungfrau, canton du Tessin. *Moravie:* environs de Rosena. *Autriche:* environs de Mautern. *Hongrie:* environs de Presbourg; d'Epériès: de Leutschau; montagnes d'Ostroszky, de Tatra, de Gaina, de Bihar; vallées de Tajova et de Muglitz. *Transylvanie:* montagnes qui séparent cette province de la Valachie. *Bohême:* vallée de Tupel; environs du bourg de Zinnwald, de Carlsbad, d'Elnbogen. *Norvège:* environs de Krageroë, de Kongsberg.

Nature des dépôts.	Localités.
Granite.	*Espagne :* une grande partie du sol de l'Estremadure; environs d'Albuquerque, de Cacérès, de Llerena, de Pedroso; partie orientale de la Galice; chaîne de Sommo-Sierra; Sierra de Guadalupe. *Portugal :* vallée du Duero. Asie. — *Sibérie :* monts Ourals. *Imérétie :* chaîne du Caucase. Afrique. — *Égypte* (Haute). Amérique. — *États-Unis :* New-Jersey. *Colombie :* cordillère des Andes, entre Loxa et Zaulaca; cataractes de l'Orénoque; montagnes de la Parime. *Mexique :* plateaux de Papagallo et de la Moxonera.
Syénite.	Europe. — *France :* environs de Coutances (Manche); d'Allemont (Isère); de Saulxures, de Massevaux (Vosges). *Écosse :* montagne de Coriarich; environs de Cairdorf; île d'Arran, de Pomona, de Rum. *Norvège :* environs de Friederichswarn; de Christiania; de Drammen; d'Holmstrand; de Lauerwig. *Suède :* environs d'Elfdal. *Finlande :* environs de Viborg. *Grand-duché de Bade :* montagnes du Schwarzwald. *Prusse :* environs de Striegau (province de Silésie); le mont Brocken, dans le groupe du Harz (province de Saxe). *Royaume de Saxe :* sommet du mont Greiffeinstein, aux environs de Geyer; environs de Plauen, d'Altenberg, de Meissen; vallée de la Müglitz, au sud-est de Dresde. *Hongrie :* environs de Schemnitz et de Hodritz. *Bohême :* environs de Schlackenwald de Carlsbad. Asie. — *Arabie :* Mont Sinaï. *Sibérie :* environs de Miask; monts Ourals. Afrique. — *Egypte* (Haute): envir. de Syène. Amérique. — *Groenland :* cap Lister: Syénite épidotique; île de Portusok. *États-Unis :* environs de Westchester, de Connecticut. *Mexique :* environs de Guanaxuato. *Colombie :* cataractes de l'Orénoque. *Pérou :* cordillère des Andes.

Nature des dépôts.	Localités.
Protogyne.	EUROPE. — *France :* montagnes du Brézouars, aux environs de Sainte-Marie-aux-Mines (Vosges); environs de Thiers, de Manzat et d'Issoire (Puy-de-Dôme); de Cherbourg (Manche); d'Allemont, vallée d'Oissans (Isère); le Niolo (Corse). *Savoie :* Alpes du Mont-Blanc; vallées de Servoz et de Chamouni. *Suisse :* mont Saint-Gothard. *Royaume de Saxe :* environs d'Annaberg et d'Altenberg. *Royaume de Hanovre :* environs d'Andreasberg. ASIE. — *Sibérie* : environs de Miask. AFRIQUE. — *Colonie du Cap de Bonne-Espérance :* environs de Simon's-Town. AMÉRIQUE. — *Etats-Unis :* environs de Haddan (état de Connecticut).
Pegmatite.	EUROPE. — *France :* environs de Raon-l'Etape (Vosges); de Tulle (Corrèze); entre Marmagne et Saint-Symphorien, aux environs d'Autun (Saône-et-Loire); de Cherbourg (Manche); de Vire (Calvados); de St.-Yrieix, près Limoges (Haute-Vienne); de Cambo, près Bayonne (Basses-Pyrénées); de Bagnères-de-Bigorre (Haute-Pyrénées); de Nantes, de Clisson, de Piriac (Loire-Inférieure); de la montagne Noire, près de Castelnaudary (Aude). *Écosse :* bords du lac appelé Loch-Laggan; îles de Fuddia et de Rona. *Royaume de Saxe :* entre Zehren et Meissein; vallée de la Muglitz; environs de Hohnstein et de Geyer. *Moravie :* environs de Rosena. *Bohême :* environs de Carlsbad. *Hongrie :* environs de Hodritz. ASIE. — *Ile de Ceylan :* plusieurs localités. *Sibérie* : environs d'Iekaterinebourg, dans les monts Ourals; le mont Odontchelon, en Daourie. AFRIQUE. — *Arabie :* côtes de la mer Rouge. AMÉRIQUE. — *États-Unis :* environs de Topsham, de Wilmington, de Saratoga, de Philadelphie, de Williamsberg, de Brookfield, de Gossen. *Ile de la Guadeloupe* : plusieurs localités.

FORMATION PORPHYRIQUE.

Nature des dépôts.	Localités.
Porphyre.	EUROPE. — *France :* environs de Saint-Amarin; Ballon de Giromagny (Vosges); environs de Villefranche (Aveyron); de Fréjus (Var); entre Rouane et Saint-Symphorien-de-Lay (Loire); près de Chisey, aux environs d'Autun (Saône-et-Loire); le mont Niolo (Corse). *Norvége :* environs de Christiania. *Suède :* environs de Sundswall; d'Elfvedalen. *Prusse :* environs de Halle (province de Saxe); de Liebstad (Prusse orientale). *Royaume de Saxe :* environs de Chemnitz, d'Halsbrücke, de Meissein. *Hongrie :* près de Glashütte, environs de Königsberg et de Tokay. *Royaume Lombard-Vénitien :* environs de Recoaro et de Schio, dans le Vicentin. *Espagne :* environs de Cordoue. ASIE. — Chaîne du Caucase. *Egypte :* près de la mer Rouge. AMÉRIQUE. — *Etats-Unis :* le mont Guttin, en Transylvanie; environs de Chesterfield, de Goshen, et d'autres localités du Connecticut. *Mexique :* environs de Zumpango; de Mazatlan et de Chilpazingo; de Sopilote, de Nuscala, de Tasco, de Pachuca, de Real-del-Monte, de Moran. *Colombie :* environs de Julumito, dans les Andes de Popayan. *Pérou :* environs d'Ayavaca, dans les Andes.
Trapp.	EUROPE. — *France :* environs de Bussang, de Wasserling, pied du Ballon de Guebwiller (Vosges). *Norvége :* environs de Vasbotten. *Duché de Nassau :* environs de Dillenbourg. *Hongrie :* environs de Pilsen, de Somos-Ujfalu (comitat de Honth). AMÉRIQUE. — *Nouvelle-Écosse :* presqu'île de Digby.
Diorite.	EUROPE. — *France :* environs de Nantes (Loire-Inférieure); de Coutances (Manche); de Flavignac, près Limoges (Haute-Vienne); de Saint-Flour (Cantal); de Chalanches, en Oysans (Isère). *Corse :* diorite orbiculaire. *Norvége :* environs de Brambokamp. *Suède :* environs d'Uleaborg. *Prusse :* montagnes du Harz. *Bavière :* environs de Bayreuth.

Nature des dépôts.	Localités.
Diorite.	*Royaume de Saxe :* environs de Gersdorf, dans le bailliage de Nossen ; de Schnééberg. *Duché de Brunswick :* environs de Harzbourg. *Duché de Hesse-Darmstadt :* environs de Darmstadt. *Duché de Nassau :* environs de Dillenbourg. *Russie :* côte méridionale de la Krimée. Amérique. — *Etats-Unis :* état de Massachussets ; bords nord-ouest du lac Huron, entre New-Haven et East-Haven. *Ile de Terre-Neuve :* anse de Boutilou. *Colombie :* environs de Caracas, de Popayan ; vallée des Ours (valle de Osos).
Ophite et variolithe.	Europe. — *France :* environs de Saulieu (Côte-d'Or) ; vallée de Barrèges (Hautes-Pyrénées) ; de Niolo (Corse). *Royaume de Saxe :* environs de Planitz. *Prusse :* environs de Kreutznach (province rhénane). *Piémont :* le mont Viso, dans les Alpes.
Eurite.	Europe. — *France :* environs de Cherbourg (Manche) ; environs de Rennes (Ile-et-Vilaine) ; environs de Poullaouen ; île longue dans la rade de Brest (Finisterre) ; d'Autun, de Chissay (Saône-et-Loire) ; ballon de Giromagny (Vosges) ; montagne de Tarare (Rhône) ; vallée d'Arran, dans les Pyrénées ; environs de Meyrueis et de Florac (Lozère) ; de Rassé, près Limoges (Haute-Vienne) ; d'Allevard (Isère). *Prusse :* environs de Wernigerode (province de Saxe). *Royaume de Saxe :* environs de Harta, de Lauenstein ; vallée de Triebitch, près Meissen. *Hanovre :* environs d'Andreasberg. *Autriche :* environs de Braunau. *Suisse :* montagne de la Furcla, route du col de Balme à Martigny. *Savoie :* vallée de Servoz. Amérique. — *Etats-Unis :* environs de Maldom et de Boston. *Antilles :* Pointe-Noire (Guadeloupe). Plusieurs localités de la Martinique.

Nature des dépôts.	Localités.
Ophiolithes.	EUROPE. — *France :* environs de Nantes (Loire-Inférieure); de Remiremont et de Gérardmer (Vosges); la roche l'Abeille, près Limoges (Haute-Vienne); environs de Lourdes (Hautes-Pyrénées); de Labastide de Carrade (Var). *Angleterre :* cap Lisard, en Cornouailles. *Écosse :* environs de Portsoy (comté de Banff). *Norvége :* environs de Bergen, d'Hitteren et de Stavanger. *États sardes :* golfe de la Spezia; le mont Ramazzo, près de Gênes; environs de Castella-monte, de Turin. *Suisse :* le Mont-Rose (canton du Valais). *Grand-duché de Toscane :* environs de Florence, de Prato, de Firenzuola. *Bohême :* environs de Joachimsthal, de Zœblitzen. *Hongrie :* environs de Dobschau (comitat de Gomör). *Royaume de Saxe :* environs de Zöblitz. *Prusse :* environs de Reichenstein (province de Silésie). *Espagne :* près de Vallecas; environs de Madrid. AMÉRIQUE. — *États-Unis :* bords du Lac supérieur; environs de New-Haven, de Baltimore, de Middlefield. *Mexique :* baie de San-Francisco, en Californie. *Colombie :* environs des Llanos de Venezuela. OCÉANIE. — *Australie :* baie des Eléphans, sur la côte orientale de l'île King.

CHAPITRE II.

TERRAIN PYROÏDE.

Comprenant :
- Les terrains plutoniques trachytiques, les terrains vulcaniques trappéens, de M. Al. Brongniart ;
- Les terrains pyroïdes, de M. d'Omalius d'Halloy ;
- Les groupes trachytique, basaltique et lavique, de M. Rozet ;
- Une partie des roches non stratifiées, de M. de la Bèche ;
- Une partie des roches hypopyrogènes ou plutoniques, de M. John Phillips ;
- Une partie du sol plutonique, de M. Boué ;
- Une partie du terrain volcanique, de M. A. Burat.

Le terrain pyroïde se compose de roches, qui, bien que renfermant beaucoup de parties cristallines, présentent plus généralement la texture massive et la texture celluleuse que les roches du terrain granitique. Plusieurs d'entre elles rappellent par leurs caractères extérieurs les matières pierreuses plus ou moins vitrifiées qui ont été fondues dans nos fourneaux.

Nous diviserons le terrain pyroïde en trois formations caractérisées par les trois natures de roches qui y dominent : les basaltes, les trachytes et les conglomérats.

On est fort incertain sur l'âge des dépôts que forment les deux premières de ces roches ; ils sont souvent intimement liés ; aussi sont-ils probablement parallèles, c'est-à-dire contemporains, bien que dans plusieurs localités les trachytes paraissent s'être fait jour à travers l'écorce terrestre postérieurement aux basaltes. Quant aux conglomérats, ils sont évidemment postérieurs aux dépôts dans lesquels dominent les deux roches que nous venons de nommer, puisqu'ils sont composés de fragmens de celles-ci.

Long-temps on a regardé les basaltes comme postérieurs aux trachytes ; aussi dans des publications qui remontent à une dizaine d'années avons-nous adopté cette opinion. Mais suivant MM. de Buch, Elie de Beaumont et Dufrénoy, les catastrophes qui ont mis au jour les trachytes seraient plus récentes que celles qui ont présidé à l'éruption des basaltes. On voit effectivement, en Auvergne et en Allemagne, dans les monts appelés Sieben-gebirge, les basaltes recouvrir les trachytes, sur d'assez grandes superficies ; quelquefois aussi les trachytes ont été traversés par les basaltes.

Quelques contrées cependant présentent des faits favorables à la postériorité de l'âge des trachytes comparé à celui des basaltes ; ainsi, suivant M. Virlet, les basaltes de l'Asie mineure, de Samos et de Metelin, sont plus anciens que les trachytes ; mais, suivant quelques géologistes, ces faits ne seraient que des exceptions résultant de la réapparition de trachytes après les premières émissions de basaltes.

FORMATION BASALTIQUE.

Comprenant :
- Le terrain basaltique, de M. d'Omalius d'Halloy ;
- Le groupe basaltique, de M. Rozet ;
- Les terrains vulcaniques trappéens, de M. Al. Brongniart ;
- La formation basaltique, de M. A. Burat.

Cette formation se compose de basalte proprement dit, de basanite qui n'est que la même roche mélangée de pyroxène, de péridot et d'autres minéraux ; de dolérite, roche qui ne paraît différer du basalte que parce que le pyroxène et le feldspath qui la constituent ont pris une texture plus cristalline. Les principales roches qui y sont surbordonnées sont au nombre de deux, la wake ou la wakite, qui n'est qu'une modification du basalte dont elle ne diffère que parce qu'elle est moins dure, et quelquefois même tendre et friable ; le spilite que nous avons déjà vu dans le terrain granitique.

La roche dominante de cette formation est le *basalte*, sorte de lave pyroxénique, plus ou moins compacte, que l'on a appelée avec quelque raison lave basaltique. Ce qui distingue le basalte, c'est sa tendance à se diviser en prismes réguliers, groupés verticalement et souvent aussi horizontalement, ou dans d'autres directions. Nous avons cité plusieurs roches d'origine ignée qui affectent cette disposition, mais jamais d'une manière aussi régulière ni aussi générale que le basalte. Les masses prismatiques de basalte ne sont ordinairement que des *dykes*, sortes de filons qui se sont fait jour au milieu d'autres roches. Celles même qui sont à découvert, et que l'on a nommées dans certaines contrées *chaussées des géants*, comme dans le comté d'Antrym en Irlande et dans le Vivarais en France, ne sont aussi que des *dykes* qui sont restés à nu parce que les dépôts au milieu desquels ils ont pénétré au moment de leur éruption, ont été depuis entraînés par différentes causes, telles que l'action de l'atmosphère, les eaux pluviales, ou peut-être les eaux des lacs de la mer dans quelques localités.

Le basalte se présente aussi en nappes, quelquefois fort étendues, ordinairement peu inclinées, et d'une épaisseur très-variable : ce qui semble indiquer qu'il était doué d'une grande fluidité au moment de son éruption. Cette grande fluidité est d'ailleurs indiquée, suivant M. Elie de Beaumont, par la circonstance que des nappes basaltiques souvent très-étendues ont été épanchées par des ouvertures fort étroites.

Nous avons vu, en décrivant les dépôts plutoniques que l'on remarque dans les différens terrains de sédiment, que les basaltes sont sortis du sol par des fentes et des crevasses ; cependant quelques éruptions basaltiques paraissent s'être faites par des cratères comme les laves modernes.

Lorsque les basaltes sont sortis par des fentes, ils forment des filons qui se terminent souvent, à la surface du sol, par des amas que l'on a appelés *culots*, et que l'on a comparés à des champignons, dont le filon forme le pied. On remarque cette disposition dans la chaîne de l'Erz-gebirge.

Nous dirons peu de chose de la dolérite ou du *graustein*, parce que nous en avons déjà parlé en décrivant la formation porphyrique ; nous ferons seulement remarquer que cette roche se trouve en masse et en blocs épars au sommet du mont Meissner, dans la Hesse électorale, où elle recouvre le basalte qui forme le plateau de cette montagne.

Afin d'éviter des répétitions inutiles, nous ne dirons rien des spilites ou amygdaloïdes, subordonnés à la formation basaltique ; mais nous ferons observer, relativement à la wakite, qu'elle se trouve tantôt en couches et tantôt en filons au milieu des basaltes.

Formes du sol de la formation basaltique. Ce que nous avons dit de la composition minéralogique des roches d'origine ignée [1], et de leur gisement dans les différens terrains, doit nous dispenser d'entrer dans de grands détails sur ces roches, excepté en ce qui concerne leur manière d'être en grand, c'est-à-dire la disposition et la forme des amas qu'elles composent.

Les roches de l'époque basaltique constituent, à la surface de la terre, des dépôts qui affectent une disposition toute particulière, et qu'il est facile de reconnaître de loin, quelque variée que paraisse être leur structure. Les montagnes basaltiques forment quelquefois des plateaux morcelés, ou des masses irrégulières ; mais, comme le dit M. Boué, le

[1] Voyez le tableau méthodique des roches, tome Ier de cet ouvrage.

plus souvent elles offrent une suite de terrasses placées les unes au-dessus des autres, et surmontées d'une surface légèrement bossue, ou de petites cimes, ou de cônes détachés, pointus ou arrondis, ou bien elles forment de petites buttes à sommets aplatis. En Ecosse, suivant le même observateur, les montagnes basaltiques se terminent en terrasses qui, par les roches détachées qui les surmontent et par leurs formes carrées et pointues, ressemblent de loin à des châteaux et à des tours. Souvent leurs flancs offrent des pentes assez douces; d'autres fois ce sont des escarpemens presqu'à pic, sur une hauteur de 400 à 500 pieds. Il cite toutefois le district de Gribon, où l'on voit des sections verticales de 1,000 pieds de hauteur. Les vallées formées par les éminences basaltiques, que M. Boué a observées dans les plus grands dépôts des îles de Sky et de Mull, sont en général étroites et tourbeuses dans le fond.

La position des nappes basaltiques, ajoute-t-il, a pour caractère particulier de reposer presque horizontalement sur des plans légèrement inclinés, et assez souvent ondulés, de différentes formations. Ces coulées ou grandes nappes sont d'une épaisseur très-variée; les plus considérables ont 200 à 300 pieds de puissance. Leur largeur et leur longueur atteignent quelquefois 10 à 15 lieues de diamètre, et même davantage, dans les îles volcaniques qui entourent l'Ecosse.

Dans la Silésie, le basalte forme un grand nombre de collines et de monts isolés. Le point le plus remarquable où il se trouve est le Schnee-Grub, sur le faîte du Riesengebirge. Là, dit M. Manès, on voit à une hauteur de 4,000 pieds (1,256 mètres) au dessus du niveau de la mer, une masse basaltique reposer immédiatement sur du granite ancien, et s'élever d'environ 600 pieds (188 mètres) au dessus de sa base. Près de Lechwitz, le mont Saint-Annaberg, élevé de 700 à 800 pieds (220 à 250 mètres), est une masse basaltique entourée de roches calcaires d'une grande élévation. Entre Michelau et Falkenberg, le Muhlwitzberg est une colline basaltique composée de prismes verticaux qui s'élèvent à 200 ou 300 pieds (63 à 94 mètres) au dessus du niveau de la Neisse.

La Hongrie offre de nombreux exemples de collines basaltiques isolées. Aux environs de Schemnitz, le Calvarienberg est une butte de ce genre, élevée de 140 mètres au dessus de sa base; elle se termine par un petit plateau. La butte Somla, à une demi-lieue au nord des bourgs de Devecser et

Vasar-Hély, est d'une forme conique, et s'élève seule au milieu d'une plaine à environ 60 mètres de sa base. Nous pourrions citer, d'après M. Beudant, un grand nombre de collines de ce genre en Hongrie.

M. Bertrand Roux [1] fait, relativement au basalte, une remarque qui peut servir à compléter l'idée que nous cherchons à donner des formes du sol basaltique. « Lorsqu'il ne demeure d'une coulée, dit-il, que des segmens détachés et de peu d'étendue, il est rare que leur surface supérieure conserve, comme à Mont-Redon et à Ronzon (*Pl.* 24, *fig.* 4), sa forme aplatie, surtout lorsque ces segmens sont d'une certaine épaisseur et que le sol sur lequel ils reposent est lui-même incliné. Ils prennent alors la forme de *crêtes alongées* (Saint-Maurice, Mont-Chauvet, entre Yssengeaux et Beffamorel (de *cônes aigus*), Montahu et le Suc-de-Gagne, autour de la plaine de Saint-Germain), et de *cimes plus ou moins bombées* (le rocher de Servissas, le Suc-du-Garde, Mont-Barnier, près d'Yssengeaux). Pendant long-temps on a regardé ces différentes cimes comme autant de volcans, et il faut, en effet, suivre avec quelqu'attention leur structure actuelle et les modifications qu'elles éprouvent, pour pouvoir remonter à ce qu'elles furent originellement. »

Dans l'Océanie, à Java, à Timor, à Banda, et dans plusieurs autres îles, qui toutes sont d'une origine ignée, le basalte est la roche dominante. Il forme des montagnes dont la hauteur est de 6,000 à 7,000 pieds au dessus du niveau de l'Océan. A Java, on cite le Sindoro, dont la hauteur est de 4,000 mètres. Ces montagnes ont la forme d'un cône tronqué, dont la base s'élargit graduellement et s'étend en pente douce.

Un des exemples les plus remarquables du passage des basaltes à travers des granites, est celui qu'offre la *roche-rouge*, dans les environs du Puy en Velay. On donne le nom de roche rouge à une masse basaltique de 25 à 30 mètres de hauteur, sur 15 à 20 d'épaisseur, et de forme irrégulièrement cylindroïde, qui s'élève verticalement au milieu des granites qui entourent sa base, et au sein desquels on la voit sortir. Voici la description qu'en donne M. Bertrand Roux : « Elle est composée en grande partie de laves *compactes*, presqu'*homogènes*; de laves *cellulaires* à cavités bulleuses, vides ou remplies de spath calcaire; et enfin de

[1] Description géognostique des environs du Puy en Velay, et particulièrement du bassin au milieu duquel cette ville est située.

quelques brèches volcaniques à ciment de laves. Les unes et les autres appartiennent à l'époque où les volcans anciens ont fait leurs éruptions. Ces matières diverses forment ensemble un tout, un corps dont les parties sont fortement liées entre elles. Elles offrent par conséquent plus de résistance que le sol environnant à l'action destructive de l'atmosphère et des eaux, ainsi qu'on peut s'en convaincre à la seule inspection. De là vient que la roche-rouge n'a pas suivi les dégradations des granites, et qu'elle est demeurée en saillie au dessus d'eux, à une hauteur qui exprime la différence de leur tendance respective à se désagréger. » Tout paraît démontrer, ajoute-t-il, que cette masse volcanique s'est moulée dans une cavité formée au milieu des granites, qu'elle s'est élevée d'un foyer volcanique, et qu'elle nous indique la place d'un cratère qui a disparu avec la plus grande partie des terrains qui l'environnaient. Mais, selon nous, la roche rouge est simplement un dyke de basalte.

Dans les environs du Puy, plusieurs masses, analogues à la roche-rouge, mais moins considérables et de couleurs différentes, annoncent une même origine. Elles sont formées de spilites, c'est-à-dire d'une roche plus ancienne que le basalte, qui a traversé non-seulement les granites, mais les calcaires marneux qui leur sont superposés, et qui, si les dépôts de sédimens qui l'environnent, continuant à se dégrader, venaient à disparaître, se montrerait aussi sortant du milieu des granites. Des masses de phonolites annoncent, par une situation semblable, que ce sont aussi des dykes : quelques-unes paraissent sortir de la formation trachytique.

Enfin, dans les environs du Puy, le basalte forme des filons qui courent dans le granite, comme au lieu appelé *les Pandreaux;* dans le calcaire d'eau douce comme à Farges, et dans les diverses breccioles, comme à la base du rocher de Saint-Michel. La plupart de ces filons semblent avoir été poussés de bas en haut.

On pourrait appeler *monumens basaltiques* certains groupes de basalte, en prismes dont on admire l'élégance ou la régularité. Tout le monde connaît dans l'île de *Staffa*, l'une des Hébrides, la célèbre *grotte de Fingal*, dont l'ouverture est d'environ 30 mètres, la hauteur de 18, et la profondeur de 80, et dont les parois sont formées de prismes verticaux de la plus parfaite régularité; tandis que la voûte présente un assemblage de prismes plus petits, affectant toutes sortes de directions.

A la pointe de cette île se trouve le petit écueil de Boo-

Sha-la, improprement appelé île, puisqu'il dépend évidemment de celle de Staffa, dont il n'est séparé que par un canal de quelques brasses de largeur. Cet écueil est composé de plusieurs buttes de basalte en prismes de la plus parfaite régularité : ils sont, dit Faujas de Saint-Fond, réunis en faisceaux dans quelques parties, courbés encore dans d'autres, et disposés aussi en escaliers qui deviennent une rampe praticable quoique rapide. A côté les colonnes sont verticales, et forment par leur réunion et leurs différens degrés d'élévation, un pic conique régulier qui n'est qu'un composé de prismes.

L'un des plus célèbres assemblages de prismes columnaires est celui que présente la côte septentrionale de l'Irlande. Cette côte offre deux caps, l'un appelé *Fair-Head*, l'autre *Pleaskin-Bengore*, remarquables par les basaltes dont ils sont entourés. Ils appartiennent sans doute à une vaste coulée qui s'étendait au nord jusqu'à l'île de Raghery avant que les courans de la mer, joints à l'action du soulèvement, n'eussent formé, par une séparation violente d'une des extrémités de l'Irlande, cette petite île de Raghery dont plusieurs points de la côte septentrionale et de la côte méridionale offrent des lambeaux basaltiques qui sont les restes de la même coulée. Les basaltes du cap Doon (Doon-Point) et des autres parties de l'île Raghery reposent sur un calcaire ancien de même que ceux de la côte de l'Irlande.

La disposition des prismes du cap Doon n'a rien de remarquable si on la compare à celle des basaltes de Pleaskin-Bengore. Ce dépôt basaltique est composé de plusieurs assises : l'une de celles-ci, épaisse d'environ 15 mètres, non couverte, mais flanquée d'assises supérieures, s'avance dans la mer comme une jetée naturelle. Sa superficie, qui n'offre que la tête des prismes qui la composent et se trouvent en contact parfait sur tous les pans, présente l'aspect d'un carrelage en pierres polygones, ce qui lui a valu le nom de *pavé* ou de *chaussée des Géants* (*Giant's Causeway*). Autour de cette chaussée s'élèvent des prismes à la hauteur de 5 à 6 pieds ; en s'éloignant de la mer on voit même un groupe assez considérable d'autres prismes qui resemblent à des colonnes tronquées hautes de 8 à 9 mètres ; enfin ils vont se perdre et se confondre avec la masse basaltique, d'où l'on voit sortir çà et là d'autres groupes de prismes.

Le monument basaltique le plus remarquable est sans contredit le cirque naturel de l'île de Mull. A un demi-mille

d'Aschnacregs et à 102 pieds du bord de la mer, on trouve un plateau naturel de forme semi-circulaire, situé sur une éminence d'environ 50 pieds au dessus de l'eau, entièrement composé de basaltes. Un grand mur isolé entoure une portion du cercle que forment ces laves, qui s'élèvent du côté opposé; il en résulte un cirque qui étonne par sa régularité. Une grande brèche ouverte au milieu d'un des murs, permet de voir l'intérieur. Ce produit des feux souterrains est plus extraordinaire encore que la grotte de Fingal. Une roche basaltique coupée à pic et décrivant un arc de cercle, forme le fond du cirque; un grand mur composé de prismes placés horizontalement les uns sur les autres, termine l'enceinte circulaire. L'étendue de ce mur est de 89 pieds, son épaisseur de 7 pieds 8 pouces : les prismes qui le composent sont tous de la même longueur; son élévation est de 25 pieds 10 pouces. Les prismes sont à 5, 6 et 7 faces; les pentagones et les hexagones sont les plus nombreux. On en remarque quelques-uns à 4 pans. La muraille n'est point partout de la même hauteur; dans quelques points elle n'a que 21 pieds 7 pouces. Le grand diamètre du cirque, qui est un peu elliptique, est de 75 pieds 8 pouces; il est placé sur un massif de laves exhaussé de 40 pieds au-dessus du niveau des moyennes marées.

Lorsque les masses basaltiques occupent un espace un peu considérable, elles se présentent sous la forme de ces *nappes* ou *coulées* dont nous avons parlé, et qui offrent une surface supérieure plane, horizontale ou légèrement inclinée; tandis que la surface inférieure moulée sur le sol en suit toutes les inégalités. Cette disposition occasionne de grandes variations dans l'épaisseur de ces coulées. Quelquefois deux, trois et même quatre coulées de basalte, sont superposées les unes aux autres. « C'est dans ses coulées, dit M. Bertrand-Roux, qu'ont été creusés la plupart des vallons qui sillonnent le plateau du Mezenc (*Pl.* 24, *fig.* 4), et celui qui s'étend du sud à l'ouest du Puy. Les ruisseaux qui ont déchiré ce dernier y forment plusieurs cascades, dont les plus remarquables sont celles de Laroche et de la Beaume. Celle-ci a de 25 à 30 mètres de hauteur; elle produit un très-bel effet. Toutes sont situées sur le point où le lit du ruisseau passe du sol volcanique sur le sol inférieur, granitique ou de sédiment. Elles nous montrent comment les eaux attaquent le basalte, parviennent à le désagréger, et à agrandir les vallons qu'elles ont pratiqués en faisant peu à peu reculer ces cascades. Leur étude est très-propre à faire concevoir comment les

eaux de la Loire et de la plupart de nos torrens ont pu s'ouvrir un passage à travers les coulées de laves qui ont plus d'une fois obstrué leurs cours. »

Utilité dans les arts. Le basalte est une des substances les plus anciennement connues, et dont le nom antique s'est transmis jusqu'à nous. Pline dit que les Egyptiens tiraient cette roche de l'Ethiopie, et que son nom, probablement d'origine éthiopienne, lui venait de ce qu'elle avait la couleur et la dureté du fer. Les Romains la nommaient aussi *lapis æthiopius*. Sa grande dureté la faisait rechercher des Egyptiens pour en faire des statues, des vases et d'autres monuments. On remarque au Musée des antiques, au Louvre, plusieurs statues égyptiennes en basalte. Quelques savans ont prétendu que le basalte des anciens n'était pas la même roche que notre basalte; mais il ne doit rester aucun doute sur l'identité du basalte de Pline et du nôtre, lorsqu'on lit, dans Strabon et dans Agricola, qu'une partie des basaltes qu'employaient les Egyptiens se trouvait en colonnes prismatiques.

La grande dureté du basalte est la principale raison de son peu d'emploi chez les modernes : cependant il pourrait dans beaucoup de circonstances remplacer avec avantage le granite. Dans plusieurs localités, il est exploité pour l'empierrement des routes. On en pave les rues dans quelques villes. On a essayé d'en paver les quais de Paris; mais on a reconnu que par le frottement continuel que lui font éprouver les nombreux marcheurs d'une grande ville il devenait glissant, et qu'il pouvait en résulter des inconvéniens graves.

C'est pour le pavage des aires de granges que le basalte a été employé avec le plus d'utilité : les prismes de cette roche servent à faire un carrelage à périmètres irréguliers, il est vrai, mais qui ne demande d'autre main-d'œuvre que le posage, en ayant soin de mettre en rapport les pans des prismes. La durée de ce carrelage est à toute épreuve. Il est en usage dans plusieurs parties de l'Auvergne.

Le basalte sphéroïdal à couches concentriques n'est susceptible d'aucun emploi, parce qu'il se brise facilement, et que ses feuillets sont trop minces et trop courbes.

Le basalte massif peut être employé avec avantage par les bijoutiers, comme pierre de touche : il est assez dur pour émousser l'acier de meilleure qualité, et est inattaquable à tous les acides. Il reçoit même facilement le poli.

Le basalte schistoïde, qu'il ne faut pas confondre avec le

phonolithe, s'emploie pour couvrir les maisons dans les pays où la tuile est rare. Cette couverture a l'avantage de durer long-temps, et d'être rarement sujette à des réparations ; mais ce basalte est très-pesant, et exige une charpente très-forte.

Comme le basalte se fond très-bien en un verre noir, on en fait quelquefois des bouteilles.

Le sol qui résulte de la décomposition des basaltes, est ordinairement d'une grande fertilité. Nous pensons que la plaine de la Limagne, en Auvergne, doit sa richesse agricole à la décomposition des basaltes qui couronnent les hauteurs environnantes, et dont les détritus ont été entraînés dans la plaine par les eaux pluviales depuis les temps les plus reculés.

FORMATION TRACHYTIQUE.

Comprenant :
- Les terrains plutoniques trachytiques, de M. Al. Brongniart ;
- Le terrain trachytique, de M. d'Omalius d'Halloy ;
- Le groupe trachytique, de M. Rozet :
- La formation trachytique, de M. A. Burat.

Les roches de cette formation consistent principalement en trachyte, en domite, en phonolithe ou leucostine, en perlite, en obsidienne, en alunite et en stigmite. Au surplus il est fort difficile de déterminer, d'une manière précise, toutes les roches qui entrent dans sa composition, parce qu'elle se lie tellement à la formation basaltique et même à la formation porphyrique, ainsi qu'aux diverses formations du terrain volcanique, que l'on n'est pas encore parvenu à établir d'une manière bien tranchée la séparation entre ces différens groupes.

Les *trachytes* sont remarquables par leur âpreté au toucher, qui leur a valu leur nom [1], et par leur aspect vitreux. Ces caractères se retrouvent même dans la plupart des roches qui les accompagnent. Ces roches ont une telle tendance à prendre la texture porphyroïde, que plusieurs se confondent avec les porphyres : nous avons vu précédemment qu'en Amérique M. de Humboldt a souvent été fort embarrassé pour décider si certaines roches sont des porphyres ou des trachytes. Quelquefois aussi ces roches prennent la texture granitique ; ce qui leur a valu le nom de *laves granitoïdes*.

[1] Τραχυς, apre, rude.

Au surplus, aucune formation ignée ne présente autant de variétés de roches, sous le rapport de la texture, de la composition minéralogique et de la couleur, que la formation trachytique.

Les trachytes de l'ancien et du nouveau continent offrent, dans leur disposition, des différences très-marquées. En Amérique, M. de Humboldt a observé que ces roches sont régulièrement stratifiées; mais qu'elles varient d'inclinaison et de direction suivant les groupes : il cite pour exemples le Chimborazo et l'Assuay. Les trachytes porphyriques se présentent fréquemment en colonnes prismatiques à 4 et 7 pans, hautes quelquefois de 50 pieds comme au Chimborazo; ainsi que les stigmites, roches fréquemment subordonnées aux trachytes, et que l'on remarque aux environs de Quito, de Loxa, de Caxamarca, etc. Il en est de même des trachytes granitoïdes de Pilojé, au pied du volcan de Puracé. Au sein des Cordillères, les teintes pâles dominent dans les trachytes; la couleur même peut servir d'indice pour l'âge de ces roches. Les masses blanches, grises ou rouges paraissent être antérieures aux masses noires.

En Europe, les trachytes se présentent avec les mêmes caractères minéralogiques qu'en Amérique; ils offrent souvent aussi une disposition columnaire. La seule différence qu'ils paraissent offrir, c'est l'absence de cette stratification régulière, observée par M. de Humboldt en Amérique. On remarque souvent des masses de trachytes qui, par leur position horizontale, peuvent mériter le nom de couches, mais qui n'offrent point de traces de stratification; telles sont les masses de la Grande-Cascade dans la vallée du Mont-Dor. La plus supérieure, d'où coule la cascade, a près de 50 mètres d'épaisseur, et ne nous a paru présenter aucune fissure horizontale régulière.

Le trachyte noir ou plutôt d'un gris noir plus ou moins foncé, contient peu de cristaux. Il prend souvent l'aspect du basalte avec lequel il est facile de le confondre, si l'on néglige un caractère propre à le faire distinguer, c'est que le péridot olivine est toujours disséminé dans la pâte du basalte, et très-rarement dans celle du trachyte. Celui-ci renferme plus ordinairement du pyroxène et de l'amphibole. Cependant M. Fournet a signalé dans le Mont-Dor, des trachytes gris ou noirâtres qui renferment çà et là des péridots. Ces trachytes ont fait éruption en formant des filons et quelquefois des coulées comme les laves, ce qui annonce qu'ils ont été dans un état fluide. Ils paraissent passer au basalte,

ce qui, selon nous, confirmerait l'opinion que les trachytes et les basaltes sont des roches contemporaines [1].

La *domite*, roche grenue à grain fin, et d'une texture terreuse, nous paraît être de l'âge des trachytes, auxquels d'ailleurs elle passe par tant de nuances, qu'il est quelquefois très-difficile de l'en distinguer. Elle constitue la masse entière du Puy-de-Dôme et des trois montagnes peu éloignées de celles-ci appelées le Grand-Sarcouï, le Clierzou et le Petit-Suchet.

Les *phonolithes* ou *leucostines*, lorsqu'ils sont en grandes masses, affectent la structure prismatique; ils semblent tenir le milieu entre les trachytes et les basaltes; ils montrent de la tendance à passer indifféremment à l'une ou à l'autre de ces roches, mais plus généralement aux trachytes. Souvent ils se divisent facilement en plaques et en lames, comme le prouvent, dans le groupe du Mont-Dor, les montagnes appelées la Roche-Thuillière, la Roche-Sanadoire et le Puy-de-la-Malviale. Jamais ils n'offrent la décomposition en boules comme les basaltes, mais ils se présentent, ainsi que le prouvent les localités ci-dessus, en gros prismes à 4, 5 et 6 pans.

Les *perlites*, roches vitreuses dont les principales variétés ont été appelées, par M. Beudant, Perlites *testacé*, *sphérolitique*, *porphyrique*, *rétinique* et *lithoïde*, sont en général d'un éclat émaillé et passent des unes aux autres. La première variété est uniquement composée de globules testacés, ordinairement d'un petit volume, et accolés les uns aux autres. La seconde est une roche dont la pâte compacte renferme des globules vitreux. La troisième, également compacte, renferme de petits cristaux de feldspath vitreux, et présente çà et là des cellules irrégulières dont les parois sont fibreuses. Le perlite rétinique a la pâte vitreuse et d'un éclat un peu gras : sa cassure est imparfaitement conchoïde et un peu esquilleuse; il contient des cristaux de feldspath plus ou moins distincts, quelquefois un peu de mica, et des géodes de calcédoine ou d'opale. Enfin le perlite lithoïde est tantôt globulaire, c'est-à-dire composé de globules plus ou moins distincts renfermés dans une pâte compacte, et tantôt privé de ces globules et formant une roche pierreuse, avec ou sans cristaux de feldspath vitreux, que l'on voit passer par divers degrés, depuis la texture

[1] Recherches sur les révolutions qui ont modifié les monts Dor, par M. Fournet, ingénieur des mines.

terreuse jusqu'à la texture compacte, à cassure tantôt plane et tantôt conchoïde. Cette variété présente quelquefois la structure tubulaire et schistoïde. Les perlites se lient intimement aux trachytes porphyroïdes.

L'Obsidienne, l'Alunite et le Stigmite, sont en masses plus ou moins considérables, subordonnées à la formation trachytique.

FORMATION TRACHYTIQUE.

En France.

Nous allons jeter un coup-d'œil rapide sur quelques-unes des contrées dans lesquelles la formation trachytique se présente sur un développement considérable.

Dans le département de la Haute-Loire, cette formation constitue une bande longue et étroite, qui s'étend du sud-est au nord-ouest, sur une longueur d'environ onze lieues, depuis les sources de la Loire jusqu'aux environs du village de Saint-Maurice, entre le fleuve et l'Ance son affluent. On y remarque le développement considérable qu'acquiert cette formation, au milieu de la formation basaltique encore plus développée ; c'est une suite de pics et de plateaux qui paraissent être les débris d'une longue zône aujourd'hui morcelée, qui, dans les groupes du Mégal et du Mezenc, atteignent une largeur de 12 à 15 kilomètres.

Le groupe principal est celui du Mezenc, qui occupe la partie méridionale de la chaîne : c'est un ensemble de plateaux basaltiques et de pics trachytiques et phonolithiques qui s'élèvent graduellement jusqu'aux sommités centrales, dont le point culminant est à 1774 mètres au-dessus du niveau de l'Océan (*Pl.* 24, *fig.* 4). Les phonolithes constituent presque la totalité des sommets de la chaîne ; ainsi, pour n'en citer que quelques exemples, depuis l'extrémité de cette chaîne jusqu'à la Loire, non-seulement le pic du Mezenc en est formé, mais ils constituent le Suc d'Aiglet, la cime du Mont-Charret et celle du Mont-Plaux. Ces phonolithes paraissent s'être fait jour sur un grand nombre de points, par une longue fissure, dont la direction générale est du N.-N.-O. au S.-S.-E. Au-dessus de ces orifices, ces roches prirent des formes diverses, suivant leur plus ou moins grande fluidité : tantôt elles s'accumulèrent en dômes arrondis et en masses coniques ; tantôt plus rarement en masses aplaties et très-épaisses. Leur émission ne fut accompagnée d'aucune déjection, ce qui les distingue des éruptions

trachytiques ; aussi ne sont-elles point accompagnées de conglomérats.

A en juger par les groupes du Mezenc et du Mégal, les éruptions basaltiques du département de la Haute-Loire, seraient postérieures à celles des trachytes et des phonolithes. On y voit distinctement que les basaltes se sont fait jour dans ces deux groupes, en soulevant les masses de phonolithes, en s'intercalant quelquefois entre elles, en s'épanchant à leurs bases, et en couvrant de leurs vastes nappes le plateau du Mezenc (*Pl.* 24, *fig*. 4).

Dans le département que nous venons de citer, les phonolithes reposent sur la formation granitique.

La formation trachytique constitue, dans l'ancienne province d'Auvergne, les groupes du Mont-Dor et du Cantal, ainsi que les montagnes domitiques du Puy-de-Dôme, et quelques-unes voisines de celle-ci que nous avons nommées précédemment. Cette formation y est beaucoup plus développée que dans le département de la Haute-Loire ; les roches y présentent aussi un plus grand nombre de variétés. Mais il est à remarquer qu'en Auvergne les phonolithes sont postérieurs aux basaltes.

Le groupe du Cantal, dit M. A. Burat, est un cône régulier, surbaissé, évidé à son centre, dont la base à peu près circulaire, occupe une surface qui a plus de 75 kilomètres de diamètre. La formation trachytique en occupe la partie centrale, et se compose de montagnes élevées, d'où partent des contreforts, qui s'abaissent graduellement et se terminent par des plateaux plus ou moins inclinés. La hauteur absolue des montagnes centrales varie entre 1400 et 1871 mètres. Les trachytes, dont la puissance est de beaucoup inférieure à celle des conglomérats avec lesquels ils alternent, se présentent sous forme de couches, dont quelques-unes sont assez continues pour qu'on puisse les suivre pendant 600 mètres et plus, en masses isolées et en filons. A mesure que l'on s'éloigne du centre, ils deviennent moins puissans et les conglomérats prennent un développement exclusif. Les phonolithes constituent plusieurs pics qui surgissent au-dessus des conglomérats dans la dépression centrale du groupe, et dont le principal est le Puy-Griou.

Les alternances de trachytes et de conglomérats qui constituent la masse principale du Cantal forment des assises, sensiblement inclinées du centre à la circonférence.

Le groupe du Mont-Dor est un cône moins vaste et moins régulier que celui du Cantal ; il occupe un espace à peu près

circulaire d'environ 20 kilomètres de diamètre. La masse trachytique, dont l'épaisseur moyenne est de 400 à 500 mètres, repose sur le granite qui, suivant Ramond, a une hauteur moyenne de 1000 mètres. Les masses trachytiques les plus élevées présentent, comme au Cantal, une crête demi-circulaire qui encaisse une dépression où commence la Vallée des Bains. Le pic de Sancy, point culminant de cette crête, atteint une élévation de 1887 mètres.

Dans la vallée du Mont-Dor, la Grande Cascade qui tombe d'un plateau de trachyte dont la hauteur est d'environ 120 pieds, et qui forme ensuite un torrent qui roule jusque dans la Dordogne au milieu d'une large déchirure accrue tous les ans par l'action des eaux, mérite de fixer l'attention. En montant au milieu des débris à travers lesquels l'eau se fraie un passage, on remarque d'abord une large base de conglomérats trachytiques; puis une masse de leucostine porphyroïde, ou si l'on veut un trachyte noir passant au basalte; au-dessus on voit un conglomérat trachytique à ciment ferrugineux rougeâtre; plus haut une seconde assise de leucostine. Au-dessus, s'étend une couche de plusieurs pieds d'épaisseur, composée d'une pépérine d'un gris d'ardoise, au milieu de laquelle on trouve une grande quantité de cristaux d'albite. Cette pépérine est surmontée de la masse de trachyte grisâtre du haut de laquelle tombe la cascade.

En remontant la vallée du Mont-Dor pour aller à la cascade de la Dor, on gravit une partie de la montagne de Cacadogne, et l'on traverse la cascade du Serpent, qui diffère des autres cascades de la vallée, en ce qu'au lieu de tomber d'un point escarpé, ses eaux limpides descendent avec vitesse sur une leucostine comme les eaux d'un petit torrent; on arrive enfin à l'extrémité de la vallée, et l'on se trouve bientôt au-dessus du profond ravin, au milieu duquel coule la Dor avec d'autant plus de rapidité, que quelques pas plus loin elle tombe d'un rocher d'une grande élévation. Au fond du ravin circulaire, dans lequel cette cascade se précipite, la roche que les eaux ont creusée prend une teinte blanchâtre qu'elle doit à l'action continuelle de l'humidité; car lorsqu'on la casse on voit que c'est une pépérine grisâtre, stratifiée en petits lits horizontaux de un à deux pouces d'épaisseur; c'est la même roche qui a été décrite par M. Cordier sous le nom d'*Alloïte* ou *tuf blanc*. Elle repose sur des leucostines, et après s'être élevée à environ 120 mètres, elle est recouverte de trachyte grisâtre.

C'est à ce trachyte qu'est subordonnée une belle roche d'alunite dans laquelle le soufre se montre sous forme de petits points d'un beau jaune. Après avoir gravi cette roche, on monte sur un mamelon assez rapide, et l'on arrive enfin sur le pic de Sancy.

La vallée d'Enfer que l'on voit s'étendre à droite au-dessous de ce pic, est entourée de rochers décharnés composés de trachyte globuleux, ou d'argilophyre globaire d'une teinte verdâtre, de trachyte noir, de trachyte granitoïde, et de trachyte grisâtre-poreux et violâtre compacte.

Suivant M. Fournet, les monts Dor sont le résultat d'une série d'éruptions qui appartiennent à diverses époques : ainsi après une première éruption de conglomérats, il s'est formé un cratère-lac, caractérisé par des lignites; celui-ci a été comblé et nivelé par de nouveaux conglomérats sur lesquels s'est établie la grande nappe de trachyte porphyroïde à grands cristaux d'albite, qui a été fluide, si l'on en juge par sa disposition et sa texture. Celle-ci a été disloquée et relevée en différens points, par la sortie des domites, dont le caractère le plus saillant est d'avoir été peu fluides, car ils ne présentent pas de coulées.

Les nappes précédentes ont encore été influencées par l'apparition des trachytes gris, qui les ont traversées principalement en filons, et qui ont formé des coulées analogues à celles des laves modernes.

Les basaltes ont agi dans le même sens, et ont formé plusieurs montagnes, entre autres le Puy-Gros.

Jusques-là, le sol présentait de grandes ondulations, mais les vallées actuelles du Mont-Dor n'existaient pas encore; elles paraissent être le résultat de l'apparition des phonolithes qui firent ensuite éruption : en effet les dykes et les filons qu'ils forment, et la position de ces roches dans un centre bien caractérisé vers lequel les couches se relèvent de toutes parts, semblent être, par l'effort qu'elles firent pour paraître au jour, la cause des fractures qui donnèrent naissance aux vallées du Mont-Dor [1].

FORMATION TRACHYTIQUE.

En Hongrie.

Nous ne pouvons nous dispenser de dire un mot des trachytes de la Hongrie, parce qu'ils sont devenus classiques

[1] Recherches sur les révolutions qui ont modifié les monts Dor; par M. Fournet.

comme ceux de la France, par la description qu'en a donné e premier M. Beudant.

La formation trachytique existe, dit-il, en Hongrie dans plusieurs lieux différens, et fort éloignés, où elle constitue des groupes de montagnes très-étendus, indépendans les uns des autres, et qui présentent tous à peu près les mêmes caractères. On y reconnaît cinq groupes principaux, à chacun desquels se rattachent des buttes isolées, qui se prolongent plus ou moins loin dans la plaine. Le premier s'étend du sud au nord, depuis les plaines de Bath jusqu'au delà de Kremnitz, et de l'est à l'ouest, depuis les montagnes d'Ostroszky jusque vers celles des environs de Ghimès et de Nyitra ; l'espace qu'il occupe peut avoit vingt lieues dans son plus grand diamètre et quinze dans le plus petit. Le second moins considérable se présente au sud du précédent au milieu des montagnes de Drégely; mais il est principalement composé de conglomérats trachytiques et ponceux. Le troisième qui constitue les montagnes de Matra, occupe à l'est du précédent une étendue assez considérable sur le bord septentrional de la grande plaine de Hongrie. Le quatrième comprend les montagnes de Vihorlet, dont le nom slave signifie une montagne qui a été brûlée et qui est éteinte; elles se lient à une série de montagnes du même genre qui se succèdent à travers les comitats de Ungh, et de Beregh jusque vers le comitat de Marmaros. Enfin la formation trachytique se trouve en masses considérables sur les frontières de la Transylvanie et de la Moldavie; elle y forme un groupe très-étendu qui se dirige du nord au sud.

On peut distinguer çà et là dans les coupes de la formation trachytique en Hongrie des lignes de stratification, la plupart horizontales et peu inclinées; mais ces lignes peu continues, ne se prolongent pas régulièrement dans les mêmes masses; chacune des différentes roches forme une masse particulière, ou une montagne qui paraît être indépendante de celle qui l'avoisine.

La composition minérale est à peu près la même dans les cinq groupes : les principales roches sont des trachytes, des porphyres à base de feldspath compacte, appelés porphyres trachytiques, des porphyres celluleux, appelés porphyres molaires, diverses variétés de perlites et des conglomérats.

M. Beudant a remarqué que ces roches conservent dans les divers groupes un certain ordre constant et régulier : ainsi le trachyte occupe ordinairement le centre des groupes,

et constitue les masses les plus considérables et les plus élevées ; le porphyre trachytique forme des montagnes plus basses en avant des premières ; devant celles-ci s'élèvent les montagnes de perlites ; enfin les porphyres molaires se trouvent en avant de toutes les autres. C'est aux pieds de celles-ci que les conglomérats sont accumulés et s'avancent plus ou moins loin dans les plaines.

Formes du sol de la formation trachytique. Nous croyons en avoir dit assez pour faire connaître les principaux caractères de cette formation ; nous compléterons ce que nous avons encore à en dire, en présentant un aperçu des formes qu'affecte le sol trachytique.

Ce qui peut d'abord donner une idée de la puissance qu'atteignent quelquefois les trachytes, c'est que depuis l'immense assise sur laquelle reposent les Cordillères, ces montagnes en sont presque entièrement formées jusqu'à leur sommet. Le Chimborazo, dans sa majestueuse élévation, n'est qu'un cône de trachyte ; le Pichincha, le Cotopaxi, et plusieurs autres montagnes importantes, de cette chaîne en sont également composés. Les trachytes y constituent donc des dômes de plus de 4000 mètres de hauteur.

Dans l'ancien continent, on remarque les trachytes de la Hongrie, qui se divisent en différens groupes indépendans les uns des autres, et composés en général de montagnes arrondies et coniques, dont quelques-unes s'élancent au-dessus de toutes les autres, de manière à former autant de points de centre, autour desquels se réunissent ces dernières, sur lesquelles s'appuient à leur tour des collines de même nature. La plupart de ces montagnes sont dépourvues de ces pointes déchirées qui caractérisent les montagnes granitiques ; on en voit peu qui présentent des groupes prolongés. « Il existe dans différentes parties, dit M. Beudant, des sommets escarpés à pic, terminés par des espèces de plateaux où l'on aperçoit quelquefois des assises horizontales plus ou moins distinctes ; mais nulle part on ne voit plusieurs de ces escarpemens se correspondre sur un même plan, comme il arrive souvent aux plateaux basaltiques, et il est impossible de les considérer comme les vestiges d'une couche générale, morcelée de différentes manières. »

Les montagnes trachytiques ne présentent aucune trace de cratères : ce qu'on a quelquefois pris pour des bouches ignivomes, ne sont que des excavations, des enfoncemens particuliers, placés ordinairement sur les flancs des mon-

tagnes, mais toujours dépourvus de laves et de scories, seuls indices qui pourraient attester l'analogie de ces excavations avec de véritables cratères.

En France, dans les départemens du Puy-de-Dôme, du Cantal et de la Haute-Loire, les montagnes trachytiques présentent une longue suite de profils variés qui couronnent de vastes plateaux. La facilité avec laquelle l'action de l'atmosphère dégrade les roches qui les composent, explique l'origine de ces pics bizarrement déchirés qui s'élèvent au-dessus des vallées, telles que celle du Mont-Dor, et les autres moins importantes qui y aboutissent; de ces caps qui s'avancent au bord des vallées bordées de masses imposantes, imitant de loin d'antiques constructions noircies par le temps; de ces sommets isolés qui s'élèvent en pointe comme le pic de Sancy, ou en coupole arrondie comme le Puy-de-Dôme.

Les roches trachytiques présentent autour de la vallée d'Enfer des sommets amincis et dégradés, formant une sorte de mur vertical qui va s'appuyer contre la base du pic de Sancy. Ces rochers sont disposés tout autour de la vallée en pyramides et en aiguilles qui semblent prêtes à tomber, et en sommets qui s'élèvent les uns au-dessus des autres, en laissant entre eux de nombreux ravins dans lesquels la neige se conserve toute l'année.

Vue des environs de Monistrol et de Sainte-Sigolène, la bande trachytique du département de la Haute-Loire se développe du sud à l'ouest, dit M. Bertrand-Roux, comme un boulevard immense élevé autour de la vallée du Puy; ces cimes pittoresques se dessinent dans l'azur des cieux, avec ces profils bizarres, ces coupes hardies que nous avons reconnus, et qui caractérisent les montagnes trachytiques dans l'ancien comme dans le nouveau monde.

Dans l'île de Sky, en Ecosse, les montagnes trachytiques atteignent environ 700 mètres de hauteur. Leurs formes sont arrondies, massives, peu agréables à l'œil, ou bien ce sont des cônes obtus sans aucune protubérance et couverts de débris rougeâtres que la décomposition ne cesse de produire sur leurs flancs et qui nuisent à la végétation. Les vallées qui les séparent sont étroites et de peu d'étendue.

Les cinq groupes trachytiques de la Hongrie sont composés de montagnes coniques ou arrondies, entassées les unes sur les autres, en s'abaissant progressivement vers les plaines, où elles se terminent par des collines plus ou moins alongées, composées de débris de roches ignées. Il existe,

dans différentes parties, des sommets en forme de plateaux, escarpés à pic, et qui présentent des assises horizontales plus ou moins distinctes; mais on ne voit point de lambeaux isolés qui se correspondent, et qu'on puisse regarder comme les restes d'une couche morcelée.

Dans la Morée et les îles de la Grèce la formation trachytique offre, en général, suivant M. Virlet, des masses fendillées et fragmentaires, sans aucune trace de stratification : ces masses paraissent avoir été soulevées à l'état solide ou à peine pâteux. Elles présentent alors des pitons ou mamelons, tantôt isolés, comme à l'île de Poros ou à celle de Milo, tantôt en groupes réunis, comme à Methana, à Egine, etc. « Ces dômes trachytiques sont le plus souvent à pentes raides, très-escarpées et d'un accès fort difficile; par exemple, à Methana, près de l'endroit appelé Kayméni, on trouve à vingt ou vingt-cinq pas du rivage de la mer un fond de plus 80 brasses; le massif de trachyte formant un escarpement sous-marin s'élève très-rapidement au-dessus du niveau des flots jusqu'à près de 700 mètres..... Comme les trachytes sont des roches la plupart du temps fragmentaires, ils donnent rarement lieu à des falaises; nous en avons vu pourtant quelques-unes assez remarquables, mais elles étaient dues à un mode de structure différent. Ainsi, par exemple, celle qu'on désigne à Egine sous le nom de Peninda Vrakia (πενῆντα τὰ ϐραχια, les cinquante brasses), est composée d'un trachyte gris blanchâtre, affectant les formes prismatiques des basaltes. La montagne au sud de Saint-Élie, dans la même île, présente également, le long des rivages, la même structure : les trachytes y forment des colonnes verticales fissurées dans tous les sens. »

On reconnaît à leurs formes les montagnes de trachytes, lorsqu'on navigue près des côtes de l'Asie mineure. Les plaines de la Troade se terminent par des montagnes granitiques, pointues, et des montagnes trachytiques arrondies. Le long golfe de Smyrne est bordé dans presque toute son étendue de montagnes de trachyte; mais le demi-cercle qu'elles décrivent autour de cette ville offre des cimes variées, parmi lesquelles les contours arrondis sont plus fréquens que les sommets anguleux : le mont Pagus qui porte le vieux château génois, présente ce caractère.

Utilité dans les arts. La formation trachytique offre peu de roches utilisées dans les arts et l'industrie; cependant

quelques trachytes fournissent de bonnes pierres de construction : le bel établissement des bains au Mont-Dor est construit en trachyte grisâtre. On sait que la variété de trachyte appelée Domite était employée par les anciens à faire des sarcophages, dans lesquels les corps passaient en quelque sorte à l'état de momies en se desséchant dans cette roche poreuse. Les Phonolithes se délitant facilement en feuillets minces, sont souvent employées à couvrir les habitations, surtout dans les campagnes, comme on le voit aux environs du Mont-Dor.

Les Perlites et les Obsidiennes sont d'un usage très-borné dans nos arts modernes, mais elles ont été employées par les anciens. Les Romains, les Guanches et les Péruviens ont fait des miroirs et des armes avec l'Obsidienne noire. Les naturels du Mexique en fabriquent encore des couteaux, des rasoirs et d'autres instrumens, et nous en faisons aussi des miroirs qui sont recherchés par les paysagistes ; on en a quelquefois fabriqué des parures de deuil. Une jolie variété d'Obsidienne chatoyante ou aventurinée, que l'on trouve à Real del Monte et dans les montagnes de Las Nabayas au Mexique ; a été quelquefois employée dans la bijouterie ; elle le serait même fréquemment si elle n'était pas si fragile.

Les trachytes porphyriques de Zimapan au Mexique renferment de belles opales, mais qui sont moins estimées que celles de la Hongrie.

L'Alunite que l'on exploite à la Tolfa, dans les environs de Rome, fournit l'alun qui dans le commerce porte le nom de cette ville. La même roche que l'on trouve au Mont-Dor en Auvergne et dans quelques parties de la Hongrie, pourrait être utilisée dans le but d'en extraire aussi de l'alun.

Considéré sous le point de vue de la richesse végétale, le sol de la formation trachytique présente en général quelques faits utiles à rapporter. Les cimes décharnées que présente cette formation, n'ont pas toujours un caractère d'aridité : dans le département de la Haute-Loire on voit çà et là, sur certaines d'entre elles, de gros arbres qui attestent qu'il y croissait jadis de belles forêts. Les rapides dégradations que subissent ces montagnes par d'imprudens défrichemens, expliquent facilement ce changement : les montgnards, en détruisant ces forêts, ne conservent même pas un sol propre à la culture ; les arbres par leurs racines retiennent la couche d'humus formée par la longue accumulation de leurs feuilles ; lorsqu'ils sont arrachés, la pluie entraîne sans cesse cette couche de terre végétale, et le roc est bien-

tôt mis à nu. Lorsque l'homme n'y a pas imprudemment causé l'aridité, les montagnes trachytiques présentent souvent une belle végétation.

Dans la vallée du Mont-Dor, les nombreuses cascades attestent que certains trachytes renferment des couches imperméables, et que le sol trachytique n'est pas essentiellement aride. De beaux sapins croissent sur les trachytes jusqu'à la hauteur où les arbres font place aux graminées; mais alors ces plantes sont si vertes, si vigoureuses, qu'elles offrent une excellente nourriture aux bestiaux qui y paissent pendant une grande partie de l'année.

En Hongrie, les célèbres vignes de Tokay croissent sur une montagne de trachytes.

Dans la Grèce le sol trachytique, bien que généralement peu productif, n'est pas toujours dépourvu de végétation, ni même d'une certaine fertilité : ainsi, suivant M. Virlet, l'énorme massif trachytique de Methana paraît particulièrement convenir au caroubier; l'olivier et l'arbousier y croissent également bien. « Quelques-unes des vallées élevées que présente dans son intérieur, dit-il, ce massif si découpé, offrent même une culture assez riche en blé, en orge et en vigne, et les sources qu'on rencontre dans plusieurs de ces vallées ressemblant à autant de grands cratères profondément échancrés, annoncent assez que si les trachytes pouvaient retenir les eaux, ils procureraient une végétation épaisse et très-vigoureuse; car les terres auxquelles leur altération donne lieu, sont, comme celles qui résultent de la décomposition des terrains feldspathiques, très-favorables à la végétation ; mais comme la plupart des roches plutoniques, et principalement les trachytes, ont une structure fragmentaire, ils laissent infiltrer les eaux et avec elles l'humidité nécessaire à l'entretien des plantes, ce qui les rend arides et stériles [1]. »

Les divers exemples que nous venons de citer prouvent que dans les différentes contrées du globe les montagnes trachytiques présentent beaucoup de parties arides, mais ne sont pas privées de végétation ; en Amérique les Andes en fournissent aussi la preuve. Sur les côtes de l'Asie nous aurions la même observation à faire : dans les environs de Smyrne les montagnes trachytiques donnent naissance à des sources et à des ruisseaux limpides, et leurs flancs, généra-

[1] Expédition scientifique en Morée : géologie, minéralogie et terrain trachytique ; par M. Virlet.

lement couverts de belles pelouses, sont propres à recevoir de grands arbres, comme le prouvent les beaux cyprès des cimetières turcs qui dominent la ville du côté du midi.

FORMATION CONGLOMÉRATIQUE.

Nous réunissons sous cette dénomination les dépôts meubles et conglomérés des deux formations basaltique et trachytique. L'opinion que nous avons admise du parallélisme de ces deux formations nous autorise à réunir en un seul groupe les conglomérats qui les accompagnent.

CONGLOMÉRATS BASALTIQUES. Les roches meubles et comglomérees de la formation basaltique se composent principalement de *pépérines* et de brèches formées de fragmens de *vake* et de *basalte*, soit désunis, soit cimentés à la manière des poudingues. Ces dépôts forment ordinairement des amas superficiels autour des collines basaltiques, et quelquefois ils constituent des dykes au milieu des basaltes.

Dans les îles voisines de l'Ecosse, les conglomérats que M. Boué nomme *brèches volcaniques*, sont composés en général de fragmens de basalte, de différentes grandeurs, angulaires ou arrondis, mélangés de sable et de gravier volcanique, et quelquefois de cailloux roulés de roches plus anciennes, agglutinés seulement par l'effet du repos et du tassement. Les véritables brèches sont peu abondantes, et forment des masses placées entre des coulées de basalte dans les îles de Sky, de Mull, de Staffa, etc. Dans cette dernière une couche de brèche épaisse de 50 pieds supporte les deux coulées basaltiques qui forment la plus grande partie de l'île.

Les pépérines, qui appartiennent aux conglomérats basaltiques, sont principalement les variétés *grisâtre*, *brunâtre* et *rougeâtre*, dont les parties grenues sont réunies par un ciment terreux, et souvent par un ciment calcaire. Quelquefois les pépérines sont meubles, c'est-à-dire sans ciment; d'autres fois aussi elles sont bréchiformes. D'autres fois encore elles semblent n'être qu'un basalte altéré, et elles passent à la wake ou wakite. Ces roches, qui paraissent dues à des dépôts formés par des éruptions boueuses et qui se sont consolidés ensuite, renferment quelquefois des coquilles lacustres, terrestres et marines, des ossemens d'animaux qui ne vivent plus dans les pays où l'on trouve leurs dépouilles et des impressions de végétaux.

CONGLOMÉRATS TRACHYTIQUES. Les roches conglomérées et meubles de la formation trachytique sont généralement

composées de fragmens de roches appartenant à cette formation, qui paraissent avoir été agglutinés et remaniés par les eaux. Ces remàniemens ont produit des pépérines que plusieurs auteurs ont appelées *conglomérats ponceux* quand la ponce y domine, et *conglomérats trachytiques* lorsque, comme en Hongrie, les fragmens appartiennent à des trachytes, à des porphyres molaires et à des porphyres trachytiques.

Dans la vallée de Glasshutte, aux environs de Schemnitz, M. Beudant a observé des conglomérats ponceux, formés non-seulement de ponce, mais de fragmens de perlite, agrégés entre eux sans aucun ciment terreux. Il semblerait même, dans quelques parties, dit-il, qu'ils sont réunis par une matière vitreuse. Dans les montagnes trachytiques, entre Epériès et Tokay, on voit des conglomérats ponceux composés de fragmens de ponce, de perlite vitreux et de perlite lithoïde, fortement agglutinés entre eux sans ciment apparent. Ces conglomérats, comme les précédens, paraissent avoir été formés dans un moment où les fragmens qui les composent étaient à l'état de mollesse, de manière à se pénétrer mutuellement et à se fondre les uns dans les autres. C'est aux conglomérats ponceux qu'appartient l'alunite ou la roche alunifère que l'on exploite en Hongrie pour en retirer l'alun.

Les conglomérats ponceux de la Hongrie renferment un grand nombre de débris organiques, tels que des bois passés à l'état opalin, et qui cependant conservent encore le tissu et les caractères ligneux extérieurs ; des bois passés en partie à l'état d'alunite terreux, et en partie à l'état siliceux ; des coquilles marines, comme à Palotja.

Ces conglomérats contiennent aussi des substances minérales importantes : ainsi dans les uns on trouve des minerais de fer, et des amas aurifères exploitables.

Les conglomérats trachytiques de la Hongrie sont le gisement ordinaire de l'opale : cette substance y forme des veines et des rognons. Entre Epériès et Tokay, les conglomérats sont traversés par un grand nombre de filons siliceux ordinairement rouges, quelquefois verts, et même tout à fait blancs. Ces filons semblent être composés tantôt de jaspe et tantôt de quarz grenu.

En Italie, dans l'île de Ponza, M. Poulett-Scropp a observé une alternance très-distincte de trachytes et de conglomérats trachytiques et ponceux ; ces roches d'agrégation sont en bancs plus ou moins épais, plus ou moins inclinés ;

jamais elles ne sont en couches horizontales. Dans l'île Ventotienne, le trachyte alterne avec des *lapilli* ou pouzzolanes et des ponces. Ces pouzzolanes ne sont, comme on sait, que des pépérines arénacées.

Dans l'Amérique méridionale les conglomérats décrits par M. de Humboldt sont tantôt friables, et tufacés, comme à la base du Cotopaxi; tantôt compactes et endurcis, comme au pied du Pichincha. Quelquefois les ponces s'y présentent en blocs de 25 à 30 pieds d'épaisseur.

A Ténériffe, dans la plaine des genets au pied du pic, des Obsidiennes d'un noir verdâtre ou d'un gris de fumée alternent avec des couches de ponces fibreuses.

Formes du sol de la formation conglomératique. Les conglomérats basaltiques ne constituent en général que des buttes ou des collines arrondies. Il en est de même des pépérines et des pouzzolanes.

Les conglomérats volcaniques du département de la Haute-Loire, qui forment des brèches assez solides composées de fragmens de basalte, de scories, de granite, de gneiss, de calcaire lacustre, etc., liés par une pâte formée de cendres volcaniques et d'argile ferrugineuse, sont pour la plupart, des débris remaniés par les eaux; ils paraissent avoir recouvert certaines plaines et certaines vallées, s'être consolidés sous des eaux lucastres, et avoir été morcelés ensuite par l'action érosive des courans : ainsi, près de la ville du Puy, le rocher de Saint-Michel, qui s'élève en forme d'obélisque à 90 mètres au dessus du sol; celui de Corneille, qui, semblable à une pyramide, couronne la ville, et le bois du séminaire; celui d'Espaly, qui domine le village de ce nom, sont les restes d'une masse de brèche volcanique qui couvrait dans le bassin où s'élève aujourd'hui le Puy, un espace d'environ 5 lieues de longueur sur 2 de largeur.

Les conglomérats trachytiques bordent, ainsi que nous l'avons dit, les montagnes de trachytes, dont ils forment les dernières pentes qui se prolongent dans les plaines.

En Hongrie, les conglomérats composés de gros blocs de trachytes sont très-rapprochés des montagnes d'où ils tirent leur origine, et en forment d'assez élevées; enfin les conglomérats ponceux se trouvent dans les plaines à une grande distance des montagnes, où ils constituent des buttes qui couvrent des espaces plus ou moins étendus.

Dans l'Amérique méridionale, les conglomérats couvrent, suivant M. de Humboldt, d'immenses surfaces, non au

pied des Cordillères, mais sur leurs flancs et sur des plateaux de 1200 à 1600 toises de hauteur.

Utilité dans les arts. Les conglomérats peuveut être employés avec plus ou moins de succès à différens usages, surtout dans les constructions, selon le degré d'adhérence de leurs parties. Ainsi ceux des environs du Puy, dont nous avons parlé ci-dessus, sont exploités comme pierre de taille sous les nom de *pierre de Denise*, de *Corneille*, etc., localités où leur ciment est suffisamment dur; lorsque ce ciment est tendre, la roche est employée comme moellon, ou pour la construction des fours de boulangerie.

Les pépérines fournissent en général de bonnes pierres de construction : aussi les anciens en ont-ils fait un fréquent usage, comme le prouvent plusieurs monumens antiques de Rome et de ses environs.

Les pouzzolanes sont employées avec avantage dans la confection des bétons. On en peut faire aussi, à très-peu de frais, en les mêlant avec du mortier de chaux, de très-bonnes conduites d'eau : pour arriver à ce résultat, on recouvre un cylindre en bois, du diamètre nécessaire, d'une couche du mélange que nous venons d'indiquer; en moins d'un quart d'heure le mortier a pris assez de solidité pour garder intérieurement la forme du cylindre.

Dans les pays qui abondent en pouzzolane, on peut s'en servir avec succès pour conserver les pommes de terre, parce que, comme elles n'y éprouvent pas d'humidité, elles n'y germent point. Il suffit donc d'étendre dans un lieu quelconque, qui ne soit pas humide, un lit de 8 à 10 pouces de pouzzolane, sur lequel on place un lit de pommes de terre que l'on recouvre d'une légère couche de pouzzolane, et ainsi de suite, selon la quantité de ces végétaux que l'on veut conserver.

La pépérine ponceuse des environs d'Andernach est exploitée depuis un temps immémorial; elle entre à l'état pulvérulent, et sous le nom de trass de Hollande, dans la composition du ciment destiné aux travaux hydrauliques.

La ponce que l'on retire des conglomérats ponceux est utile aux menuisiers, aux sculpteurs en bois, aux marbriers et même aux dessinateurs. Elle sert à préparer le bois et le marbre à recevoir le poli; elle sert aussi à les dresser et à les unir; enfin les dessinateurs emploient de la ponce pour enlever de dessus le papier les taches d'encre ou de couleur au lavis : ainsi elle remplace, et même avec avantage, le grattoir et la sandaraque.

Dans la fabrication de la poterie fine, la ponce broyée peut être employée aussi avec avantage, spécialement pour le vernis ou la couverte : elle remplace alors l'oxide de plomb, dont elle n'offre pas les inconvéniens insalubres. En Autriche et en Hongrie, la ponce broyée entre aussi dans la fabrication de la porcelaine.

On exploite aux environs de Tokay une pépérine ponceuse, dans laquelle la ponce est broyée si finement, qu'il n'est plus possible de la reconnaître dans des échantillons isolés. Elle forme une roche blanche, légère, et d'une grande solidité. Toutes les maisons de Liszka, de Tokay, de Tolcsva, etc., en sont bâties.

M. Beudant pense que c'est à la décomposition de la pépérine ponceuse qu'est due une terre blanche que l'on exploite à Abelowa et près du village de Csereny, et qui remplace la chaux dans le badigeonnage des maisons. Les paysans hongrois la nomment *biela hlinka*. M. Zipser l'a désignée sous le nom de terre à porcelaine (*porzellan-erde*), parce qu'elle est propre à la fabrication d'une porcelaine grossière appelée *steingut*. Partout elle fait partie des conglomérats ponceux, comme la terre qu'on trouve au pied du Mont-Dor en Auvergne, et que l'on a nommée tripoli. Au surplus, la décomposition de la ponce en une sorte de kaolin n'a rien d'extraordinaire, puisque la ponce est composée de feldspath.

Les exploitations de l'opale, faites dans les conglomérats trachytiques de la montagne de Dubnick, dans celles de Libanka, aux environs de Cservenitza en Hongrie, ne sont pas d'une grande importance, parce que les fouilles sont en général fort mal faites et mal dirigées.

Les conglomérats trachytiques se couvrent ordinairement d'une végétation vigoureuse : en Hongrie les montagnes qui en sont composées se montrent garnies d'épaisses forêts presque entièrement composées de chênes.

TABLEAU

DE LA PUISSANCE ET DE L'ÉLÉVATION DU TERRAIN PYROÏDE.

FORMATION BASALTIQUE.

	Localités.	Nature des dépôts.	Puissance.	Élévation.
Europe.	Ile Féroë (Slattare Tind).	Basalte en masse.	»	875m
	Irlande (Promontoire Pleas-Kin-Bengore : chaussée des Géans).	Basalte prismatique.	100m	»
	Ecosse (Ile de Sky).	Nappes ou coulées basaltiques.	80 à 100	»
	idem (Ben More, île de Mull). . . .	*idem.*	»	940
	idem (îles de Mull et de Canna). . .	*idem.*	»	490
	Hongrie (environs de Schemnitz, le Calvarienberg) . .	Basalte en masse.	140	734
	idem (butte Somla près de Vasar-Hely).	*idem.*	60	190
	idem (butte de Somos-Kö).	Basalte prismatique.	35	516
	idem (butte de Salgo).	Basalte scoriacé.	30 à 40	628
	Silésie (Schnée-Grub, dans la chaîne du Riesengebirge).	Basalte en masse.	188	1256
	idem (mont Saint-Annaberg, près de Leschwitz). . . .	*idem.*	250	»
	idem (Muhlwitz-berg, entre Michelau et Falkenberg).	Basalte prismatique.	94	»
	France (Haute-Loire), (montagne de Queyrières). . . .	Basalte en masse.	»	1244
	idem (*idem*), (montagne de Doue). .	*idem.*	»	826
	idem (Puy-de-Dôme), (cap de Prudelles).	Basalte prismatique.	»	698
	idem (*idem*), (mont Rodeix).	*idem.*	»	927

	Localités.	Nature des Dépôts.	Puissance.	Élévation.
EUROPE.	France (*id.*), (Cheyre-de-St.-Amans).	Basalte en masse.	»	1054
	idem (*idem*), (montagne de Gergovia).	Basalte prismatique.	»	761
	idem (*idem*), (Puy de Solignat)	Basalte en masse.	»	853
	Prusse (Hoch-Acht dans l'Eifel). . .	*idem*.	»	840
	idem (Werterwald).	*idem*.	»	820
	Hesse Électorale (Habichts-awld).	*idem*.	»	487
	idem (mont Meissner)	*idem*.	»	640
	idem (Vogelsberg).	*idem*.	»	750
	idem (Rhön-gebirge).	*idem*.	»	910
	Bohême (Mittel-gebirge).	*idem*.	»	810
	idem (Riesen-gebirge).	*idem*.	»	1600
	Grand-duché de Bade (Kaiserstuhl). .	*idem*.	»	550
	Wurtemberg (Alp.)	*idem*.	»	804
AMÉRIQUE.	Nouvelle Ecosse (environs d'Anopolis).	Basalte en masse.	278	175

FORMATION TRACHYTIQUE.

	Localités.	Nature des Dépôts.	Puissance.	Élévation.
EUROPE.	Ecosse (île de Lamlash).	Phonolithe. . .	250 à 300m	330m
	idem (île de Sky). .	Porphyre trachytique.	»	650
	Hongrie (diverses localités).	Trachytes. . . .	»	1000 à 1200
	idem (montagne de Handerlo, dans la contrée de Schemnitz).	Trachyte granitoïde.	»	800
	id. (le Klakberg).	*idem*.	»	1200
	idem (la roche aux Aigles, en hongrois, *Sas-Ko*, dans les montagnes de Matra).	Conglomérat trachytique. . . .	755	910
	idem (le mont Kekes, dans les mêmes montagnes).	*idem*.	»	1030
	idem (montagne de Dargo).	Trachytes.	»	600

	Localités.	Nature des dépôts.	Puissance.	Élévation.
EUROPE.	*idem* (Szninszky Kamen, rocher de Szinna dans les montagnes du Vihorlet)......	*idem*.	800	1075
	id. (Altes-Schloss, montagne des environs de Glasshütte)......	*idem*.	620	»
	France (Grand-Sarcouï, en Auvergne)........	Domite.....	»	1157
	idem (Puy-de-Dôme, en Auvergne).	*idem*.	»	1477
	idem (Puy-de-Sancy, en Auvergne).	Trachytes....	»	1888
	id (Plomb-du-Cantal, en Auvergne).	*idem*.	»	1857
	idem (le Mezenc, dans le département de la Haute-Loire).......	Phonolithes...	»	1774
	Toscane (mont Aminta)......	Trachytes....	»	1750
ASIE.	Chaîne du Caucase (mont Elbrouz)..	Trachytes...	»	3900
	Arménie (mont Ararat ou Agri-Dagh)......	*idem*.	»	5282
AMÉRIQUE.	Colombie (Cordillère des Andes)..	Conglomérat trachytique...	»	2300 à 3000
	id. (Chimborazo)..	Trachytes...	6000	6530
	idem (Rucu-Pichincha)......	*idem*.	3500	4248
	idem (Antisana)...	*idem*.	»	5833
	Mexique (Popocatepetl)......	*idem*.	»	5400

TABLEAU GÉOGRAPHIQUE

DU TERRAIN PYROÏDE.

FORMATION BASALTIQUE.

Nature des dépôts.	Localités.
Basalte et conglomérats basaltiques.	EUROPE. —*France :* cap de Prudelles ; montagne de Gergovia ; Puy-Girou ; Champturgues ; Puy-de-Charade ; Puy-de-Corent ; environs de Pont-Gibaud, d'Issoire, d'Ambert, de Riom et autres localités de l'Auvergne (Puy-de-Dôme). Vallée de Vic ; environs d'Aurillac, de Saint-Flour, de Chaudesaigues et autres localités (Cantal) : Polignac ; Espaly ; Brives ; Coubon ; Le Monteil ; Le Beage ; Chaspignac ; Saint-Geneix ; Saint-Germain ; Saint Etienne-Lardeyrol ; Yssengeaux ; Lantriac ; Le Puy ; Saint-Paul de Tartas, et autres localités (Haute-Loire) ; environs de Montbrison (Loire) ; de Privas et de Largentière (Ardèche) ; de Marvejols (Lozère) ; d'Espalion (Aveyron) ; de Figeac (Lot) ; de Milhaud (Gard) : de Lodève et de Beziers (Hérault) ; le mont Drevin, près Montcenis (Saône-et-Loire) ; la côte d'Essey, près de Gerbeviller (Meurthe). *Angleterre :* environs de Borrowdale, de Berkley, de Teesdale, de Durham, de Dudley, etc. *Ecosse :* environs d'Edinbourg, d'Airdnamurchand, à l'entrée du Forth ; sur les bords de la Clyde ; baie de Dunvegan ; les îles de Sky, de Scalpa, de Rasay, de Canna, d'Egg, de Rum, de Mull, de Kerrera, etc *Irlande :* falaises de Kenbuan ; environs de Colerain, de Portrusch, de Kells, d'Antrim. *Danemark :* les îles Feröe. *Suède :* environs de Svabesholm ; le mont Kinnculle, en Westrogothie. *Prusse :* environs de Coblentz, de Bonn, d'Andernach, de Kerpen, d'Altenkirchen de Lowemberg. *Duché de Nassau :* environs de Limbourg.

Nature des dépôts.	Localités.
Basalte et conglomérats basaltiques.	*Hesse électorale :* environs de Marbourg, de Cassel, de Fulde, de Salsmünster, de Hanau; le mont Méissner.
	Royaume de Hanovre : envir. de Göttingue.
	Grand-duché de Saxe-Weimar : environs d'Eisenach.
	Duché de Saxe-Meiningen : environs de Meiningen.
	Royaume de Saxe : au Pohlberg et au Scheibenberg.
	Duché d'Oldenbourg : environs d'Oberstein.
	Wurtemberg : environs de Tubingue.
	République de Francfort-sur-le-Mein : environs de cette ville.
	Bohéme : environs d'Eger, de Carlsbad, de Bodenmaïs, d'Hirschberg, Mittelgebirge.
	Grand-duché de Bade : environs de Donaueschingen, de Fribourg; les montagnes du Kaiserstuhl.
	Bavière : environs d'Aschaffenbourg.
	Royaume Lombard-Vénitien : environs de Vicence et de Véronne.
	Styrie : environs de Kupfenstein.
	Hongrie : le mont Calvarienberg; environs de Salgò, de Somlò; plaine de Tapolcza; environs de Königsberg; de Kieshübel; de Saint-Kerest; de Vindornia Szöllos; de Badatson; de Bonyhad.
	Açores : environs de Lancerote, dans l'île de la Graciosa : marnes argileuses alternant avec des couches de basalte.
	AFRIQUE. — *Sénégal :* environs de Gorée.
	AMÉRIQUE. — *Nouvelle-Ecosse :* environs d'Anapolis.
	Etats-Unis : monts Alléghanys.
	Mexique : vallée de Sant-Iago; Cerros de las Cuevas et de Canoas, près du Volcan de Jorullo; environs de Guchilaque.
	Colombie : entre Quito et la villa de Ibarra; environs de Julumito, à l'ouest de Popayan; vallée du Rio-Pisque, environs de Guallabamba : plaines de Julumito, sur la rive occidentale du Cauca.
Dolérite.	EUROPE. — *France :* volcan de Beaulieu (Bouches-du-Rhône); environs de Saint-Flour (Cantal).
	Ecosse Salisbury-Craigg.
	Norvège : entre Holmstrand et Klavenaes.
	Grand-duché de Bade : environs de Vieux-Brisach et de Rothweil; montagnes du Kaiserstuhl; environs d'Eberbach.

Nature des dépôts.	Localités.
Dolérite.	*Hesse électorale :* environs de Steinheim et de Wilhemsbad, près de Hanau. *Royaume de Saxe :* environs de Swickau. *Hongrie :* environs de Tiszolcz. AMÉRIQUE. — *Antilles :* à la Guadeloupe, au Houelmont. *Mexique :* environs de Guanaxuato. OCÉANIE. — *Malaisie :* île de Java.
Pépérine.	EUROPE. — *France :* environs du Puy-en-Vélay (Haute-Loire); d'Aurillac (Cantal); environs de Béziers; de Montferrier, près Montpellier (Hérault). *Hesse électorale :* le mont Meissner; environs de Wilhelmshöhe, près Cassel. *Prusse :* environs d'Andernach. *Hongrie :* vallée de Glasshüte: bords de la rivière de la Gran, aux environs de Schemnitz; montagne de Karancs: montagne de Bereghszasz; montagnes de Vihorlet: environs de Tokay, de Polojta, de Borfò. *Etats-Romains :* environs d'Albano; de Viterbe: monte Verde, près de Rome; la roche Tarpéienne dans cette ville. *Royaume Lombard-Vénitien :* Val Nera; Ronca; Montecchio-Maggiore, dans le Vicentin. *Espagne :* le cap de Gates. *Ile de Sardaigne :* la petite île de S.-Antioco, près de la Sardaigne. AMÉRIQUE.— *Antilles :* à la Guadeloupe, l'escarpement de Houelmont; à la Martinique.

FORMATION TRACHYTIQUE.

Nature des dépôts.	Localités.
Trachyte domite et phonolithe.	EUROPE. — *France :* Mont-Dor, Puy-de-Dôme; Sarcouï; Puy-Chopine, Cantal; vallée de Cer (Auvergne); montagne de l'Ambre, près des Etables; de Costaros, près Chamalières; de Foucher, près Saint-Hostien; de Freisselier, près St.-Etienne-Lardeyrol; du Gerbier-des Joncs; de Gerbizon; de Huchepointue; de la Madeleine, près Retournac; du Mezenc; le mont Barnier, près Yssengeaux; le mont Plaux, près Saint-Pierre-Eynac; le Signon, près Chaudeyroles (Haute-Loire). *Bohême :* chaîne du Mittel-gebirge. *Hongrie :* environs de Königsberg; de Neusohl; de Kremnitz; de Nograd; d'Eperiès; montagnes de Matra, de Cservenitza et de Vihorlet; environs de Tokay, d'Unghvar, de Munkacs; route de Telkebanya à Tolcsva.

Nature des dépôts.	Localités.
Trachyte domite et phonolithe.	*Transylvanie :* environs de Nagy-Ag. *Royaume des Deux-Siciles :* îles Lipari et Vulcano.
Trachytes.	Asie. — *Sibérie :* presqu'île du Kamtchatka. *Anatolie :* côtes du détroit des Dardanelles ; golfe de Smyrne, et montagnes qui entourent cette ville. Afrique. — *Canaries :* îles de Palma et de Fortaventure. Amérique. — *Colombie :* Chimborazo ; environs de Quito, de Popayan ; volcan du Puracé ; de Rucu-Pichincha ; du Cotopaxi ; de l'Antisana ; Azufral de Cuesaca : volcan éteint de Yana-Urcu ; le Tunguragua ; le volcan de Pasto. *Pérou :* Faldas de Pichincha ; Paramos de Chulucanas ; Aroma et Cunturcaga, dans les Andes, entre Loxa et Caxamarca. *Mexique :* environs de Chico et de Zimapan : Nevado de Toluca ; environs de Queretaro, le Popocatepetl. *Royaume des Deux-Siciles :* îles Ponza ou Ponces.
Perlite obsidienne, etc.	Europe. — *Hongrie* : environs de Vissegrad ; vallées de Gran et de Glasshütte : environs de Telkebanya ; de Tokay ; de Ujely ; de Berghszasz. Afrique. — *Canaries :* île de Ténériffe, plaine des Genets. Amérique. — *Mexique :* environs de Queretaro ; chemins de Valladolid de Mechoacan à Toluca, entre Ojo del Agua et el Pinal ; environs de Cinapecuaro.
Conglomérats trachytiques.	Europe. — *Hongrie* : montagnes de Dregely, de Cservénitza et de Cserhat ; environs de Tokay ; de Königsberg ; au Klakberg ; environs de Borfö. *Grèce :* île de Kimolo ou Argentière. Amérique. — *Colombie :* base du Cotopaxi, du Pichincha et de l'Altar.
Conglomérats ponceux.	Europe. — *Hongrie :* collines de Sirok ; environs de Schemnitz ; vallée de Glasshutte : montagnes de Matra, de Unghvar, de Bereghszasz et de Vihorlet ; environs de Neusohl ; de Borfo ; de Palojta. Amérique. — *Colombie :* pied du Cotopaxi, entre la ville de Tacunga et le village de San-Felipe, sur le plateau de Quito.

TABLEAU

DES CORPS ORGANISÉS FOSSILES DU TERRAIN PYROÏDE.

FORMATION CONGLOMÉRATIQUE.

VÉGÉTAUX.	Localités et roches.
Graminées. (Quelques empreintes difficiles à déterminer.)	Cussac (Haute-Loire) : brecciocles superposées aux marnes lacustres.
Tiges cylindriques de la famille des Graminées.	Pépérines des environs de Maad en Hongrie. *Idem* des îles Lipari.
Algues marines. (Diverses empreintes.)	Pépérine de la solfatare de Pouzzole.
Zostera mediterranea.	Pépérine du Val di Muria, île Lipari.
Lignite en morceaux.	Pépérine de Vestena-Nova et de Montecchio-Maggiore, aux environs de Vicence.
Bois en morceaux cylindriques, passés à l'état charbonneux.	Pépérine du Mont-Dor, en France ; de Palojta, en Hongrie ; de Lipari.
Tronçons de palmier. *Polypode* ou fougère en arbre.	Montecchio-Maggiore.
Bois silieux passés à l'état de quarz résinite de différentes couleurs.	Afferstein, près Francfort ; environs de Telkebanya et de Kaminitz, en Hongrie.
Bois silieux, et troncs d'arbres passés à l'état d'opale. Ces bois se présentent ornés d'une foule de couleurs et de nuances.	Conglomérat ponceux des montagnes de Hliniska, contrée de Neusohl ; montagnes de Matra ; environs de Tokay et de Sajba, en Hongrie. Iles Ponces et Lipari ; îles de Santorin, de Milo, d'Argentière.
Feuilles d'arbres dicotylédons.	Conglomérat ponceux du bassin de Neuwied.
MAMMIFÈRES.	
Eléphants : défenses quelquefois d'une taille gigantesque.	Pépérine grisâtre, rougeâtre, brunâtre, etc., des environs de Rome ; commune de Darbres, aux environs de Privas (Ardèche).

	Localités et roches.
Eléphans : fémurs et dents molaires.	Environs de Rome.
Mastodontes : molaires.	Pépérine à la base du volcan d'Imabura, à 17 lieues de Quito.
Ruminans : divers ossemens.	Pouzzolane des environs de Naples.
REPTILES.	
Crocodile : dents et ossemens.	Pépérine des environs de la Favorite, près Vicence.
OISEAUX.	
Échassiers et palmipèdes : divers ossemens.	Breccioles superposées aux marnes lacustres des environs de Cussac (Haute-Loire).
POISSONS.	
Différentes espèces.	Pépérines de Montecchio-Maggiore.
MOLLUSQUES ET CONCHIFÈRES.	
Genres Turritelle, — Scalaire, — Sabot, — Toupie. — Natice, Cerithe, Buccin, Arche, Vénus, etc.	Pépérines de *Capo di Monte*, de Veletri et de plusieurs autres localités des environs de Naples; conglomérat ponceux des environs de Palotja, en Hongrie.
Venus islandica.	Brecciole des environs de Montallo, près Cornetto, dans les États-Romains.

CHAPITRE III.

TERRAIN VOLCANIQUE.

Comprenant :
- Les terrains vulcaniques laviques, de M. Al. Brongniart ;
- Le terrain volcanique, de M. d'Omalius d'Halloy ;
- La formation lavique, de M. A. Burat ;
- Le groupe lavique, de M. Rozet.

Le terrain volcanique diffère du terrain pyroïde par l'absence des basaltes compactes, des dolérites, des wakites et des spilites, et par l'abondance des laves si rares dans la formation basaltique.

Ce terrain appartient à deux époques distinctes qui, sous certains rapports, semblent se confondre, mais qui peuvent servir à former deux grandes divisions : ainsi l'on peut distinguer les *déjections volcaniques anciennes* et les *déjections volcaniques modernes*. Dans l'une comme dans l'autre on peut reconnaître, sous le rapport de la texture des roches, deux systèmes particuliers : l'un composé de roches massives et cristallines ; l'autre de roches meubles et conglomérées.

Comme nous comprenons dans un seul terrain les laves anciennes et les laves modernes, nous y distinguons trois formations : la *formation lavique*, la *formation trachytique* et la *formation conglomératique ;* mais les trachytes du terrain volcanique ne se trouvant que dans les déjections des volcans modernes ou qui brûlent encore, nous avons dû en parler en décrivant le terrain moderne [1]. En conséquence nous ne nous occuperons ici que des deux formations qui comprennent les déjections volcaniques anciennes.

FORMATION LAVIQUE.

Cette formation ne comprend que des roches cristallines, connues généralement sous la dénomination de *laves*, auxquelles sont subordonnées des roches vitreuses.

Les roches cristallines sont des *Leucostines* et des *Téphrines*. Les leucostines sont des roches felspathiques, qui ne diffèrent des eurites que parce que le feldspath, au lieu d'y être en grains, s'y présente en cristaux plus ou moins distincts.

Les téphrines sont aussi des roches feldspathiques, mais dont plusieurs variétés offrent la texture poreuse et la texture scoriacée, qui distinguent les déjections volcaniques connues sous le nom de laves.

Les substances minérales qui se trouvent dans les leucostines plutôt que dans les téphrines sont le mica, le pyroxène augite, l'amphigène, l'haüyne, le quarz, le soufre, le fer sulfuré et le fer titané.

Les minéraux disséminés principalement dans les téphrines sont l'hyalite, la chabasie, la wollastonite, la thomsonite, la gehlénite, la sodalite, la chaux phosphatée, le fer oxidé, le fer oligiste et le fer phosphaté.

1 Voyez tome I[er], pag. 363.

Les minéraux communs aux deux espèces de roches ci-dessus, sont le pyroxène, le péridot olivine, le feldspath et l'amphibole.

M. Al. Brongniart classe parmi les *basanites* ou *basaltes* une lave qu'il nomme *basanite lavique*, et qui passe aux téphrines par des nuances nombreuses. Elle renferme tantôt des péridots, et tantôt des cristaux de feldspath ou bien du pyroxène, et constitue les trois variétes appelées *basanite lavique péridotique*, *basanite lavique feldspathique* et *basanite lavique pyroxénique*. Une autre lave qu'il range parmi les basaltes est celle qu'il nomme *basanite scoriacé*, roche extrêmement poreuse et quelquefois pyroxénique.

Les leucostines sont généralement ou compactes, ou schistoïdes, ou porphyroïdes.

Les téphrines sont ou pavimenteuses, c'est-à-dire qu'elles renferment des cristaux si petits de diverses substances, qu'elles paraissent homogènes, ou scoriacées, c'est-à-dire toutes boursouflées, ou variolitiques, c'est-à-dire dont les cavités sous-tapissées de divers minéraux.

Nous venons de dire que plusieurs roches vitreuses étaient subordonnées aux précédentes : ce sont la perlite ou stigmite, et la pumite ou ponce, qui n'est en quelque sorte qu'une variété de la perlite.

FORMATION CONGLOMÉRATIQUE.

Les dépôts conglomérés, tels que les pépérines et les breccioles, les dépôts meubles, tels que les pouzzolanes et les *moyas*, constituent des masses non stratifiées, des amas superficiels et des couches régulières au pied des anciens volcans. Ceux-ci, comme l'a fort bien observé M. d'Omalius d'Halloy, constituent chacun un point de centre d'où l'épaisseur du terrain volcanique va toujours en diminuant. Les substances mêmes qui constituent ces dépôts diminuent aussi de grosseur à mesure que l'on s'éloigne du cratère; ainsi, dans le voisinage de ceux-ci, on voit une grande quantité de fragmens de téphrines scoriacées, c'est-à-dire de laves poreuses et de pépérines, dont le volume, d'abord très-considérable, diminue graduellement en s'éloignant du volcan, de telle sorte qu'à une certaine distance on ne trouve plus que des pouzzolanes et d'autres masses terreuses ou arénacées, appelées vulgairement *cendres volcaniques*.

Les pépérines telles que celles de la Somma au Vésuve, renferment plusieurs substances minérales, parmi lesquelles nous citerons l'haüyne, la sodalite, le spinelle, la méïonite, la thomsonite, l'épidote, le péridot, la wollastonite, l'amphigène, le feldspath, le pyroxène, etc.

Dans les breccioles on trouve l'aragonite, le quarz, le mica, le soufre, l'alunite, l'amphibole, le zircon et le péridot.

Ces deux espèces de roches contiennent aussi des fragmens de granite, de gneiss, de calcaire, d'argile, etc.

TERRAIN VOLCANIQUE.

En France.

Le terrain volcanique occupe un espace considérable dans la France centrale. Sur le plateau granitique de l'Auvergne on voit s'élever, aux environs de Clermont, une cinquantaine de cônes volcaniques, qui, alignés dans la direction du nord au sud, inclinant un peu vers l'ouest sur une longueur d'environ huit lieues, paraissent évidemment s'être élevé sur une crevasse, une longue fissure qui traversait toute la croûte terrestre. Ces cônes, qui se terminent presque tous par des cratères, ont 100, 200 et 300 mètres de hauteur : ils sont composés de scories, de pouzzolanes et de téphrines; tous présentent à peu près la même composition, les mêmes phénomènes et le même aspect. On les désigne dans le pays sous la dénomination de *chaîne des Puys*, ou des Monts-Dômes.

Les cratères de ces monts ignivomes ont produit des coulées beaucoup plus considérables que celles de nos volcans modernes les plus importans. Celui de Jumes, celui de Pariou, celui de Louchadière et celui de la Nugère ont couvert de leurs laves une superficie de près de 1000 hectares.

Le volcan de Gravenère, près de Clermont, repose comme tous les autres sur le bord d'un plateau granitique que baignaient de vastes lacs d'eau douce. Il est, suivant Ramond, élevé de 830 mètres au-dessus du niveau de la mer; son cône est couvert de scories, de cendres et de pouzzolane légère, tantôt rougeâtre et tantôt noirâtre. On remarque dans sa partie supérieure plusieurs excavations; mais aucune n'est assez profonde, ni assez large, ni assez régulière, pour pouvoir être regardée comme un vrai cratère. La coulée de lave produite par ce volcan s'est divisée en deux courans dont l'élévation à son origine est de 514 mètres,

tandis qu'à son extrémité elle n'en a que 372, en sorte que cette différence de 222 mètres, sur une étendue de 6000 mètres, donne pour terme moyen 37 millimètres de pente par mètre ; mais elle est beaucoup plus considérable près du point de départ, et diminue graduellement jusqu'à son extrémité. Ce courant occupe une surface de 5000 kilomètres carrés. Son épaisseur moyenne est de 8 mètres, ce qui donne au même courant 40 millions de mètres cubes. Le second courant qui passe près de Montaudoux et qui forme à Royat de belles grottes, célèbres par les sources qui alimentent les fontaines de Clermont, a, près de son point de départ, 600 mètres d'élévation, et à son extrémité 421, ce qui donne une différence de 179 mètres ; mais comme ce courant n'a que 2500 mètres de longueur, sa pente est bien plus forte que celle du précédent : elle est de 71 millimètres par mètre. Ce second courant n'occupe qu'un espace de 1250 kilomètres carrés ; mais comme son épaisseur moyenne est de 15 mètres au moins, sa masse forme 17 millions 700 mille mètres cubes. Si l'on totalise ces deux masses, on trouve que le volcan de Gravenère a produit une coulée de lave formant plus de 57 millions de mètres cubes. A ces renseignemens que nous prenons dans un mémoire publié en 1818 par M. Lecoq, professeur d'histoire naturelle à Clermont, nous ajouterons quelques observations que nous avons faites en examinant les laves de Gravenère ou *Gravenoir*.

A Gravenère, on est frappé de la conservation des laves, des scories, des pouzzolanes, et des deux grandes coulées que son cratère détruit a rejetées jusque près de Clermont : on y trouve, suivant la nomenclature de M. Brongniart, du *basanite compacte péridoteux* dans lequel le péridot est altéré ; du *basanite compacte pyroxeneux,* presque analogue, par sa couleur et son feldspath décomposé, à celui de *Prudelles*, sur la route du Puy-de-Dôme, presqu'en haut du plateau granitique qui supporte ce cône ; on y remarque encore le *basanite lavique pyroxénique* et des *téphrines* scoriacées. Les téphrines reposent sur les basaltes et ceux-ci sur le granite. Sur cette roche on voit un *macigno*, à texture sableuse, de couleur jaunâtre et dans lequel le mica est rare.

Sur la gauche du Puy de Montaudoux s'étend, près du village de Chamalières, un coulée volcanique dont on suit la trace jusqu'au Puy de Gravenère. A Saint-Marc, sur le chemin de Royat qui longe le ruisseau de Fontanat, ces déjections ont environ 12 à 15 mètres de hauteur. Ce

qu'elles présentent de curieux, est la disposition des laves et des scories.

Ces laves ont, comme l'a fort bien observé Ramond, l'aspect *lithoïde* et la texture *basaltique*. Elles se délitent même en couches concentriques à la manière des basaltes. Les scories semblent avoir été lancées en même temps que la lave compacte, car elles remplissent tous les espaces que n'occupent point celle-ci, et se trouvent au-dessus comme au-dessous.

La disposition de ces scories au milieu des laves basaltiques et des *téphrines pavimenteuses*, semble devoir expliquer la formation des cavernes que l'on y remarque, et dont la plus vaste et la plus intéressante est celle de Royat : on conçoit, par exemple, que des eaux qui auront à la longue, entraîné ou dissout les scories qui remplissaient les cavités, auront transformé celles-ci en cavernes.

A Volvic, les scories sont superposées régulièrement à la lave, et celle-ci forme des lits qui diffèrent de structure et de dureté. La lave de Volvic est, suivant la nomenclature de M. Brongniart, tantôt une *téphrine pavimenteuse*, tantôt un *basanite lavique péridotique* ou *pyroxénique*. A son origine elle se partage d'abord en deux courans, l'un dirigé vers le Nord et l'autre vers le Midi, mais se réunissant avant d'arriver à Volvic, et couvrant une étendue d'environ 6000 mètres. Elle est sortie des flancs du Puy de *Nugère*, dont l'élévation est de 1000 mètres, et dont le cratère, plus étendu de l'est à l'ouest que du nord au sud, est affaissé vers le nord ; sa base touche donc celles de la *Chavanne-dex* et de la *Lotève*, Puys moins élevés : sa lave les a complètement entourés. Cette lave constitue, surtout près de Nugère, deux dépôts placés l'un au-dessus de l'autre, et recouverts par un lit épais de 6 à 8 mètres de scories. Il est divisé en plusieurs assises irrégulières, quelquefois au nombre de six, que les ouvriers qui l'exploitent distinguent en diverses qualités. Celle qui se trouve immédiatement sous la pouzzolane a presque la texture du basalte ; on voit au-dessous une lave poreuse à petites cloisons, que l'on désigne comme de première qualité ; plus bas, celle dont les cavités sont irrégulières et généralement plus grandes : c'est la deuxième qualité. Plus bas encore, une lave plus poreuse : celle de troisième qualité ; au-dessous, celle qui est plus boursouflée que les autres ou de quatrième qualité ; enfin l'assise la plus basse, appelée aussi de première qualité, ressemble à la couche la plus superficielle : elle repose sur le calcaire, et

quelquefois se montre sur le basalte, placé à son tour sur le granite.

Dans notre contrée volcanique du centre de la France, aucun volcan éteint ne mérite plus de fixer l'attention que le Puy de Pariou, dont le cratère est plus régulier, plus beau que celui du Vésuve. Qu'on se figure, en effet, au sommet d'une montagne de 1222 mètres d'élévation absolue, et de 225 à partir de sa base, un cratère de la plus parfaite régularité, de 310 mètres de diamètre et de 93 de profondeur, dont le fond rougi par la lave décomposée, semble être encore en incandescence. A la vue de cette montagne ignivôme et de la coulée sortie de son flanc septentrional, on se reporte à l'époque où il vomissait des flammes; car il semble que cette lave, qui se termine d'un côté au village de Nohanent, et de l'autre au hameau de Fondmore, vient de se réfroidir. Au-dessus de *Vasson*, on voit que cette coulée a pris son cours au milieu des granites qui forment la masse de la pointe de Prudelles, à l'extrémité du bassin de Clermont; elle en a renversé les masses saillantes, dont les fragmens, en blocs volumineux, sont restés épars entre les deux branches de la coulée, entourés et couverts de scories et de pouzzolanes.

On observe sur cette coulée des jets de lave un peu poreuse, qui s'élèvent en rocs escarpés à 10, 15 et 20 pieds. Elle repose au-dessous de la *barraque* près de la pointe de Prudelles, sur des basaltes en prismes verticaux à 6 pans, de 3 mètres de hauteur. Près de la *barraque*, la lave est mêlée à un amas de plus de 20 pieds d'épaisseur de pouzzolane qui se décompose en se colorant d'oxide de fer.

Plusieurs volcans de l'Auvergne ont eu leurs cratères oblitérés par la sortie de la lave, c'est-à-dire qu'ils ont perdu une partie de leurs bords: tels sont les volcans ou Puys de Louchadière, de Lassolas, de la Vache, de Vichatel, etc. Très-souvent aussi, après l'éruption qui a dégradé les cratères, de nouvelles déjections les ont reconstruits; ce qui présente un degré de ressemblance de plus entre les volcans anciens et les volcans qui brûlent encore ou qui ont brûlé dans les temps historiques : ce fait se remarque au Puy de Pariou, dont le cône à cratère s'élève au milieu d'un vaste cratère dégradé. D'autres fois la lave faisant éruption sur plusieurs points, s'est ouvert plusieurs cratères sur le même cône : tels sont le Puy de Come qui en a deux, et celui de Montchié qui en a quatre; tandis qu'une série de cônes

accolés et confondus en un seul distingue le Puy de Laschamps.

Formes du sol du terrain volcanique. — Les dépôts appartenant à ce terrain ont en général moins d'étendue que ceux du terrain pyroïde. Ils sont ordinairement disposés par groupes et par chaînes, qu'interrompent des dépôts trachytiques et basaltiques ; et plus généralement encore que ceux-ci, ils forment des montagnes ou des collines coniques.

Les leucostines constituent des montagnes de moyenne hauteur et de forme conique, mais à sommets ordinairement tronqués obliquement ou à crêtes échancrées. Elles sont quelquefois traversées par de longues et nombreuses fissures. Les téphrines forment des cônes plus réguliers. Les coulées composées de ces roches, présentent des caractères que nous devons signaler ; leur surface est toujours très-irrégulière : c'est-à-dire qu'elle est quelquefois plane, mais sur une petite étendue ; tandis que généralement elle est hérissée d'une multitude de petits monticules à sommets aigus et même déchirés. La partie supérieure de ces coulées est toujours poreuse et passe même à l'état de scories ; et la partie moyenne ainsi que l'inférieure est d'autant plus serrée ou compacte que l'on s'enfonce davantage dans sa masse.

Les conglomérats meubles et solides constituent aussi des collines ou des buttes de forme conique ; mais cette forme, dans ces sortes de dépôts, ne paraît être que le résultat de l'action des eaux pluviales et des autres agens atmosphériques.

Utilité dans les arts. — Les roches du terrain volcanique sont utilisées principalement dans les constructions. La lave de Volvic, qui est principalement une téphrine pavimenteuse, prouve l'emploi varié que l'on peut faire de cette roche qui existe aussi dans les environs d'Andernach et de Pouzzole. Elle s'exploite dans plusieurs localités des environs de Clermont. Cette ville, ainsi que Riom et tous les villages qui les entourent, à une assez grande distance, en sont bâtis ; dans ces diverses localités des maisons de 200 et de 300 ans, ne le cèdent point en solidité aux habitations modernes ; l'œil s'habitue facilement à leur teinte noire et lugubre, par l'idée que ces constructions gagnent en solidité ce qu'elles perdent en agrément à leur extérieur. Souvent pour lui donner l'apparence de la pierre calcaire, on a soin de badigeonner les façades des maisons, mais alors elles finissent par prendre une teinte sale et désagréable qui

n'est ni la couleur de la pierre de taille, ni le gris noirâtre de la lave.

Cest au village de Volvic, dans un établissement que fonda M. de Chabrol, qu'il faut voir l'heureux emploi que l'on peut faire de la téphrine. Là, sous le ciseau du tailleur de pierres, comme sous celui du sculpteur, elle prend toutes les formes : on en fait des dalles, des bornes, des colonnes, des chapiteaux, des statues, des ornemens de tous genres et des tombeaux. Une école de dessin y prépare des élèves en sculpture qui en feront un jour rechercher les produits; et lorsque le canal latéral à l'Allier sera terminé, Volvic trouvera dans l'emploi de sa lave une source de richesses. Depuis 1820, les départemens voisins de celui du Puy-de-Dôme tirent de ce village, des dalles, des bornes, des tuyaux de fontaines, et Paris emploie aussi une partie de ces produits, car la lave de Volvic est plus solide que le granite même.

M. Darcet a reconnu qu'au moyen de *neuf* pour *cent* de soude, on met la lave en fusion avec peu de combustible, et que l'on pouvait en obtenir un verre propre à faire des bouteilles.

Aux environs de la ville du Puy, on taille des laves poreuses et boursouflées ainsi que des gros morceaux de scories pour construire des voûtes, monter des cheminées, et en général pour tous les ouvrages qui exigent des matériaux légers. Dans le département de la Haute-Loire, on donne à ces produits volcaniques le nom de *Triffoux*, et celui de *gorgue* aux *lapilli* ou scories pulvérulentes qu'on emploie au lieu de sable dans la préparation des mortiers.

Les scories et les pouzzolanes se décomposent à la surface du sol et forment une terre rougeâtre très-fine qui par la culture devient très-fertile.

TABLEAU

DE LA PUISSANCE ET DE L'ÉLÉVATION DU TERRAIN VOLCANIQUE [1].

Europe.

Localités.	Nature des dépôts.	Puissance.	Elévation.
France (volcan de Beaulieu, dans le département du Rhône)	Téphrine, Leucostine et Pépérine.	»	445m
idem (volcan d'Agde, département de l'Hérault).	*idem*.	»	100
idem (Puy de la Vache, département du Puy-de-Dôme). . . .	*idem*.	»	1189
idem (petit Puy-de-Dôme, *idem*).	*idem*.	»	1277
idem (Puy de Pariou, *idem*).	*idem*.	512	1223
idem (Puy des Goules, *idem*).	*idem*.	»	593
idem (Puy de Come, *idem*).	*idem*.	»	655
idem (Puy-Veuy, département de la Haute-Loire). . . .	Scories.	540	1165
idem (montagne de la Durande, *idem*). . .	Brèches scoriacées.	670	1294
idem (montagne de Denise, *idem*). . . .	Brèches et scories.	250	881
idem (Mont-Serre, *id.*).	Tépherines et scories. . . .	280	906
idem (montagne de La-Garde-d'Eycenac, *idem*).	*idem*.	340	964
idem (Le Devez, *id.*). .	*idem*.	800	1425

(1) Nous ne donnons point le tableau géographique du terrain volcanique, parce que nous serions obligé de reproduire une grande partie du tableau du terrain pyroïde, attendu que la plupart des anciens volcans sont situés dans les régions que nous avons citées pour les basaltes.

LIVRE QUATORZIÈME.

DE LA GÉOGÉNIE.

CHAPITRE Ier.

Coup d'œil général sur les diverses opinions géogéniques depuis les temps les plus reculés jusqu'au XIXe siècle.

L'intérêt que présentent l'examen des montagnes et des vallées, l'ensemble des roches qui les composent, des couches qui les divisent, la richesse des filons métalliques, l'immense quantité de corps organisés qui caractérisent quelques-unes de ces roches, ne paraît point avoir frappé les anciens. Et comment en pourrait-il être autrement quand nous voyons avec quelle confiance ils admettaient sans discernement les absurdités populaires comme des vérités scientifiques; quand on voit qu'aucune espèce de critique n'éclairait les traditions relatives à leur propre histoire, et que les traditions fabuleuses y sont confondues avec les faits historiques. L'esprit d'examen enfanté pendant le moyen-âge, peu de temps après la renaissance des lettres et des sciences, a seul pu guider les modernes dans la connaissance des faits historiques et physiques. La découverte d'un nouveau continent; celle de routes jusqu'alors inconnues vers des régions, dont les anciens n'avaient que des notions vagues et incertaines, ou dont ils ne soupçonnaient pas l'existence; l'emploi de la boussole; le perfectionnement de l'art de la navigation, et surtout l'invention de l'imprimerie qui a rendu populaires des connaissances réservées auparavant à un petit nombre de savans, ont placé les modernes dans les circonstances les plus favorables à l'avancement des connaissances humaines et surtout des sciences physiques. Des nomenclatures, plus ou moins ingénieuses, ont facilité l'étude de celles-ci, et ont amené leur division en plusieurs branches, ce qui en a encore avancé le progrès.

Cependant malgré l'indifférence des anciens pour l'étude des faits physiques, on pourrait soutenir, d'après des pré-

somptions favorables à cette thèse, qu'ils n'ont point été tout à fait étrangers à quelques faits qui tiennent à la géologie.

Si nous dépouillons de ce caractère d'inspiration divine qui voue à la vénération des siècles, l'auteur de la plus ancienne géogonie, *Moïse* ne nous apparaît plus que comme un homme initié aux connaissances répandues de son temps chez les prêtres les plus instruits de l'Égypte. Son histoire de la création, fragmens d'un recueil reconnu par quelques critiques judicieux, comme la réunion de *morceaux d'ouvrages antérieurs* [1] ne sera plus pour nous que le récit fait pour instruire le peuple juif d'une tradition admise antérieurement par quelques savans, et surtout, comme l'a dit M. Buckland, pour préserver les juifs du polythéisme et de l'idolâtrie des nations qui les entouraient, en proclamant que tous les corps célestes, que tout ce qui forme l'ensemble de l'univers, ne devait point être adoré par eux, puisqu'ils étaient l'ouvrage d'un Dieu unique et tout-puissant auquel seul devait s'adresser l'adoration des hommes. Les six époques ou six jours de la création, qui présentent d'abord la terre informe et couverte d'eau, errant au milieu des ténèbres ; la lumière jaillissant du sein de l'obscurité, non cette lumière de l'astre du jour, mais celle que produisaient la matière électrique, les combinaisons confuses de toutes les substances primitives qui entrent dans la composition du globe, et surtout les éruptions volcaniques qui travaillaient à former la croute terrestre; les eaux séparées des parties solides ; les végétaux croissant sur celles-ci ; le soleil paraissant comme pour modifier l'action du refroidissement graduel de notre planète ; les reptiles animant les eaux et précédant les oiseaux sur les premières portions du continent ; les poissons succédant aux plus anciens reptiles ; les mammifères peuplant les terres couvertes de végétaux ; enfin après ces changemens dans la température, d'abord trop chaude du globe, l'homme, cet être supérieur aux autres, mais faible, appelé à dominer sur une planète devenue plus favorable au développement de ses organes et de ses facultés ; ces six époques, disons-nous, si elles ne sont que le simple résultat des méditations du législateur d'Israel, le placeraient à la tête des plus judicieux de tous les anciens physiciens. Dans sa description du déluge, les abîmes qui s'ouvrent et se referment sur les eaux, donnent à penser

[1] *Voyez* le *Discours sur les révolutions de la surface du globe et sur les changemens qu'elles ont produits dans le Règne animal ;* par M. le baron Cuvier.

que les Egyptiens, ses maîtres, croyaient à l'affaissement de la croûte terrestre, hypothèse que quelques géologues ont admise pour expliquer l'inclinaison des plus anciens dépôts à débris organiques.

Du reste, cette grande catastrophe physique que les Hébreux, par vénération pour leur législateur, regardaient comme un effet de la vengeance divine, était, comme on le sait, considérée par les Chaldéens, et même par les Egyptiens, comme la conséquence d'un changement de l'axe terrestre. Ainsi, selon ces trois anciens peuples, la terre avait été couverte deux fois par les eaux : la première pendant l'époque chaoatique, la seconde pendant l'époque diluvienne.

Moïse ne parle pas de la formation des montagnes ; mais ne pourrait-on pas voir dans certains passages des Ecritures que, dès la plus haute antiquité, il s'était déjà répandu dans l'Orient quelques idées assez justes sur la possibilité du soulèvement des montagnes? C'est ce qu'on serait tenté de soupçonner par un passage d'un des psaumes de *David*, dans lequel il célèbre la sortie de l'Egypte du peuple juif [1].

« La mer le vit et s'enfuit; le Jourdain s'en retourna en arrière.

» Les montagnes bondirent comme des béliers et les collines comme des agneaux.

» O mer! pourquoi t'es-tu enfuie? Jourdain, pourquoi es-tu retourné en arrière?

» Montagnes, pourquoi avez-vous bondi comme des béliers, et vous, collines, comme des agneaux?

» La terre a été ébranlée par la présence du Seigneur, par la présence du Dieu de Jacob. »

N'en pourrait-on pas dire autant d'un passage des Proverbes de *Salomon*, dans lequel il fait parler la Sagesse dans les termes suivans [2] :

« Les abîmes n'étaient point encore; les fontaines n'étaient point encore sorties de la terre, lorsque déjà j'étais conçue.

» La pesante masse des montagnes n'était pas encore formée ; j'étais enfantée avant les collines.

» Il n'avait point encore façonné la terre [3]; il n'avait point produit les hauteurs, ni les fleuves, ni fait tourner la terre sur ses pôles.

» Lorsqu'il préparait les cieux, j'étais présente; lorsqu'il

1 Ps. CXIII, v. 3, 4, 5, 6, 7.
2 Chap. VIII, v. 24, 25, 26, 27, 28, 29.
3 Le mot *façonné* est ici plus littéral que l'expression de *créé*.

environnait les abîmes de leurs bornes, et qu'il leur prescrivait une loi invariable.

» Lorsqu'il affermissait l'air au-dessus de la terre, et qu'il soutenait en équilibre les eaux des fontaines.

» Lorsqu'il renfermait la mer dans ses limites, et qu'il imposait une loi aux eaux, afin qu'elles ne passassent point leurs bornes; lorsqu'il posait les fondemens de la terre. »

Si des écrivains Hébreux nous passons aux Assyriens, aux Perses et aux Grecs, dans l'ordre chronologique, nous voyons d'abord, treize siècles avant notre ère, *Bélus*, le législateur des Assyriens, admettre pour la terre, un état périodique de conflagration et d'inondation; penser que la mer peut s'élever au-dessus des plus hautes montagnes; sept ou huit plus tard, *Zoroastre* dans le *Boun-Dehesch*, ouvrage qui lui est du moins attribué, parle du soulèvement des plus hautes montagnes[1]; *Hésiode*, personnifiant dans ses vers les causes des révolutions physiques, chanter les combats de Jupiter et de Typhée, peindre le ciel et la terre en proie à l'incendie, et le feu dévorant allant mettre le fer en fusion dans les entrailles du globe, et dans les retraites caverneuses des montagnes; *Thalès* considérer l'eau comme le principal agent de la nature; *Héraclite* regarder le feu comme le principe de toutes choses; *Xénophanes* observer sur le sol de la Sicile, des dents pétrifiées de squale, des débris fossiles de poissons et de mollusques, et tirer de ces faits la conséquence que la mer avait couvert non-seulement cette île, mais tous les continens, et que les eaux en se retirant et revenant modifient la forme de la terre[2];

[1] Dans plusieurs passages de ce livre l'auteur représente Ahriman, le génie du mal, s'échappant du Dourakh (l'enfer), percer la terre, courir dedans, et la bouleverser. Puis il ajoute: « Tandis qu'Ahriman courait dedans, la force des montagnes qui devait développer cette terre fut donnée.

» Ormusd fit d'abord le mont Albordj, et ensuite les autres montagnes au milieu de la terre.

» Lorsque l'Albordj se fut considérablement étendu, toutes les montagnes en vinrent, c'est-à-dire qu'elles se multiplièrent étant sorties de la racine de l'Albordj.

» Elles sortirent alors de la terre, et parurent dessus, comme un arbre dont la racine croît tantôt en haut, tantôt en bas.

» C'est ainsi que d'une même racine elles se sont répandues dans le corps de la terre, et qu'elles ont paru lors de la production des êtres.

» Indépendamment de l'Albordj, en *cent soixante ans*, crurent de la terre et sur la terre toutes les montagnes dont l'abondante fertilité est si utile aux hommes. »

[2] Arist. *de cœlo;* Diog. Laert. Lib. 9.

Hérodote[1] attribuer le sol de la basse Égypte aux alluvions du Nil, et citer comme preuve de cette origine que sur les bords de la mer, la sonde traverse 11 orgyes ou 58 pieds 10 pouces métriques de vase résultant de dépôts récens; *Anaxagoras* soutenir l'opinion que les continens sont alternativement couverts et abandonnés par les mers; *Platon* nous transmettre le récit d'une irruption de la Méditerranée qui engloutit l'Atlantide; *Eudoxe de Cnide*, au rapport de Strabon, parler de poissons fossiles, que l'on trouve dans des lieux secs, aux environs de Tium et d'Héraclée du Pont en Paphlagonie [2]; *Aristote* enfin, le plus ancien des naturalistes, imaginer une classification des substances minérales; remarquer qu'en se retirant la mer a laissé çà et là des coquilles; tirer de ce fait, et de l'accroissement des alluvions des fleuves et de la diminution graduelle des Palus-Méotides, la conséquence d'un changement perpétuel, tantôt des terres en eaux, tantôt des mers en terres [3].

Les écrits de ce célèbre philosophe font époque dans l'histoire des sciences naturelles; mais ils n'eurent point assez d'influence sur l'esprit des savans qui le suivirent pour contribuer à avancer la connaissance des phénomènes physiques.

Continuons cependant à passer en revue les opinions des hommes que les anciens ont placés au premier rang.

Xanthus de Lydie, contemporain d'Aristote, puisqu'il paraît avoir vécu environ dans le quatrième siècle avant notre ère, prétendait, dit Strabon [4], avoir vu, en plusieurs endroits fort éloignés de la mer, des espèces de conques, de pétoncles, de moules pétrifiées, et dans l'Arménie, la Mattiane et la basse Phrygie, des marais d'eau salée : ce qui le portait à croire, avec le précepteur d'Alexandre, que la mer avait autrefois couvert les continens.

Trois siècles avant Jésus-Christ, *Théophraste* qui, à l'exemple d'Aristote, donna une classification des minéraux, parle bien d'une pierre qu'il appelle *ostracite*, parce qu'elle ressemble à une huître; mais il ne paraît pas avoir examiné dans les couches minérales de la terre cette foule de corps organisés qu'avaient remarqués plusieurs de ses devanciers.

Straton, surnommé le Physicien, qui vivait à peu près dans

[1] Histoire, liv. II, § 5.
[2] *Voyez* Athénée, liv. VIII, p. 331.
[3] Météorologicon, liv. I-II-XIV-XV-XVI.
[4] Liv. I, cap. II, § 5.

le même temps, appliqua ces faits à la géographie physique : il prétendit, avec quelque raison, que le Pont-Euxin, aujourd'hui la mer Noire, avait été jadis une Caspienne qui, par la rupture d'un isthme étroit, avait formé le détroit appelé Bosphore de Thrace, et s'était jeté dans l'Hellespont et la Méditerranée, qui à son tour avait rompu la digue qui la séparait de l'Océan. Il ajoutait que c'était par un écoulement semblable des eaux marines que le temple d'Ammon, qui avait été bâti près des bords de la mer, se trouvait au milieu des terres, et que le sel, les bancs de sable et les coquilles fossiles, qui caractérisent le sol de l'Egypte, annonçaient que la mer l'avait jadis occupé ; enfin, selon lui, les atterrissemens formés par les fleuves qui se jettent dans le Pont-Euxin devaient un jour le combler. Malgré les objections que Strabon leur oppose, nous devons dire que les idées de Straton ne seraient pas déplacées aujourd'hui.

Eratosthène, qui parut plus d'un demi-siècle après Straton, fut frappé à la vue des mêmes objets ; il examina les changemens que l'eau, le feu, les tremblemens de terre ont faits à la surface du globe. « Une grande question, dit-il, » serait d'examiner comment il se fait qu'au sein du continent, à 2,000 et 3,000 stades des bords de la mer, on » trouve, dans beaucoup de lieux, des *marais d'eau de* » *mer* et quantité de coquilles, soit d'huîtres, soit de moules. » Par exemple, auprès du temple d'Ammon, et sur toute la » route, longue de 3,000 stades (54 lieues de 20 au degré), » qui mène au temple, on rencontre encore aujourd'hui des » amas d'écailles d'huîtres et de sel ; il s'y voit des eaux jaillissantes d'eau marine ; de plus on vous y montre des débris de navires que quelques-uns disent avoir été vomis du » fond d'un gouffre, et des figures de dauphins posés sur » de petites colonnes, avec cette épigraphe : *Des porteurs* » *d'offrandes cyrénéens*. »

Polybe, 150 ans avant l'ère chrétienne, observa, comme Straton, les atterrissemens des fleuves qui se jettent dans la mer Noire ; il donna une relation intéressante de leur marche [1], et confirma l'opinion du comblement futur de cette méditerranée. Il donna d'*Hiera* ou *Vulcano* une description détaillée qui prouve que ce volcan a considérablement changé de forme. C'est dans cet auteur que Strabon a pris le fait de l'existence de poissons fossiles qu'il appelle *muges*, près de Ruscino, ville dont il reste une

1 Hist., lib. IV, cap. 40-42.

tour connue sous le nom de *tour de Roussillon*, à une petite lieue de Perpignan.

Lucrèce, un siècle plus tard, consacra la poésie à l'exposition des phénomènes intellectuels et physiques, et sut prêter un nouvel intérêt aux systèmes des philosophes qui l'avaient précédé. Dans son poëme *De la nature des choses*, la terre, les mers et l'atmosphère se sont formées de la réunion et de l'amalgame d'atomes élémentaires mus par les lois de l'affinité : « Après ce premier débrouillement, tout à » coup la partie de la terre où s'étendaient les plaines azurées » de l'Océan, s'écroula et ouvrit un vaste bassin pour l'élé» ment salé; et plus la terre, fendue à la surface, était res» serrée, condensée et rapprochée du centre par l'action » réitérée des feux du ciel et des rayons du soleil, dont elle » était frappée en tous sens, plus la sueur salée exprimée de » son vaste corps accrut, par ses écoulemens, les plaines » liquides de la mer. Par une suite de la même compres» sion, des molécules sans nombre de feu et d'air, dégagées » de la masse terrestre, s'élevèrent dans les régions supé» rieures. Ainsi la voûte éclatante du ciel, si éloignée de » notre globe, acquit une nouvelle densité. Les plaines s'a» baissèrent pour la même raison, la cime des monts s'éleva, » car les rochers ne pouvaient s'affaisser, ni la terre s'aplanir » également sur toute sa surface [1]. » Il est à remarquer que Lucrèce, qui n'avait pas eu occasion de voir cette série d'animaux fossiles perdus, que l'on retrouve dans les diverses couches de la terre, et qui diffèrent totalement des nôtres, ni ces plantes gigantesques de nos houillères, dit cependant qu'avant que les hommes et les animaux de la même création parussent, la terre nourrit plusieurs êtres d'une forme et d'une structure extraordinaires, et des végétaux d'une dimension considérable.

Strabon, qui vivait 30 ans avant notre ère, chercha, dans son Traité de géographie, à réfuter les opinions de Xanthus, de Straton et d'Ératosthène, relativement aux envahissemens des terres sur les mers par les alluvions des fleuves, et sur l'irruption des eaux du Pont-Euxin dans la Méditerranée, et de celle-ci dans l'Océan; puis il ajoute : « Les dé» luges, les tremblemens de terre, les éruptions, le sou» lèvement ou l'affaissement subit du lit de la mer, voilà ce » qui fait hausser ou baisser les eaux. En effet, si, comme on » est forcé de l'avouer, il peut sortir de la mer non-seule-

[1] *De natura rerum*, lib. V.

» ment des masses enflammées, des îlots, mais encore de
» grandes îles, et non-seulement des îles, mais encore des
» parties de continens ; de même on doit croire que de grands
» terrains peuvent, comme les petits, s'affaisser. N'a-t-on
» pas vu s'ouvrir des gouffres, où se sont engloutis des pays
» entiers avec leurs villes, comme il est arrivé, dit-on, à
» Bura, à Bizone, et à bien d'autres cités, dans des tremble-
» mens de terre [1]. » Il ne fait point non plus de difficulté d'attribuer l'origine de la Sicile, des îles d'Eole et de celle de Pithécusæ ou d'Ischia à des éruptions volcaniques semblables à celles qui avaient fait naître Thera, aujourd'hui Santorin et Therasia, connue par les modernes sous les noms d'Aspronisi et d'île Blanche. Il rapporte qu'entre ces deux îles les feux souterrains, après quatre jours d'efforts, firent sortir du sein des eaux enflammées et bouillantes une île formée de matières volcaniques, ayant 12 stades de circonférence ; que, suivant le rapport de Posidonius, l'Eubée ou Négrepont fut ébranlée par des secousses jusqu'à ce qu'il s'ouvrît au sein de la plaine de l'Elante un gouffre qui vomit un torrent de boue enflammée ; que la pittoresque vallée de Tempé a été formée à la suite d'un tremblement de terre ; que par une cause analogue, des îles sont devenues des presqu'îles, et des presqu'îles des îles ; que d'autres avaient été submergées et englouties ; que sur les bords du golfe de Salonique on voyait s'élever une montagne de feu haute de 7 stades, inaccessible pendant le jour à cause de sa chaleur et de son odeur sulfureuse, lumineuse pendant la nuit, et tellement incandescente que jusqu'à la distance de 5 stades la mer en bouillonnait, tandis qu'à celle de 20 stades les eaux étaient troubles et bourbeuses. « Enfin, dit-il, durant mon séjour à Alexan-
» drie, la mer, proche de Péluse (*Tineh*) et du mont Ca-
» sius (*El-Kas*), s'éleva si haut qu'elle inonda le terrain
» autour de la montagne, dont elle fit une île, d'où le che-
» min qui conduit en Phénicie pouvait se faire en bateau.
» Il ne faudrait donc pas s'étonner si jamais l'isthme qui
» sépare la mer Egyptienne (la Méditerranée) de la mer
» Erythrée (le golfe Arabique) se rompant ou s'affaissant,
» ces deux mers venaient à se joindre par un détroit sem-
» blable à celui des Colonnes (celui de Gibraltar). Qu'à de
» pareils faits on en réunisse quelques autres du même genre,
» on ne refusera plus de croire aux changemens qui s'opèrent
» sur la terre [2]. »

[1] Lib. X, cap. 3.
[2] Liv. I à IX (traduction de Laporte du Theil et Coray).

Il cite un autre fait qu'il considère comme le résultat d'un phénomène physique. « Entre Marseille et l'embouchure du » Rhône, dit-il, à environ 100 stades de la mer, est une » plaine de forme circulaire et de 100 stades de diamètre, à » laquelle un événement singulier a fait donner le nom de » *champ des Cailloux* [1]. Elle est en effet couverte de cail- » loux gros comme le poing, sous lesquels l'herbe croît en » assez grande abondance pour servir de pâturage aux trou- » peaux. Au milieu de ces cailloux s'amassent des eaux sau- » mâtres. Tout le pays, même celui qui est au-dessus, est » fort exposé au vent; mais cette plaine surtout est battue » par une bise très-froide; et si violente qu'elle entraîne et » bouleverse une partie de ces cailloux, qu'elle renverse les » hommes de dessus leurs montures, et leur enlève jusqu'à » leurs armes et leurs habits. »

« Aristote, ajoute-t-il, prétend que la terre, par des » tremblemens de l'espèce de ceux qu'on appelle *brastes*, » avait vomi à sa surface tous ces cailloux, qui naturellement » se sont accumulés dans les endroits les plus bas du ter- » rain. Posidonius veut que cette plaine ait été autrefois un » lac, dont les eaux ont été glacées à la suite d'une violente » agitation, et que ce soit précisément par l'effet de cette » agitation, qu'elles ont formé, en se morcelant, un grand » nombre de pierres, semblables, par le poli et par le vo- » lume, aux cailloux des fleuves et aux galets des bords de » la mer [2]. »

Pomponius Mela, au commencement de l'ère chrétienne, fit aussi la remarque qu'il existe de nombreuses pétrifications dans des contrées très-éloignées de la mer [3].

Ovide a placé dans la bouche de *Pythagore* des paroles relatives à l'origine marine des couches calcaires renfermant des coquilles [4].

Enfin *Pline* parut, mais malgré le rang qu'il occupe parmi les naturalistes de l'antiquité, nous ne le verrons pas contribuer à rendre plus facile l'étude de l'écorce solide du globe. Les éruptions volcaniques, les tremblemens de terre, ces grandes commotions de la nature qui répandent la terreur parmi les hommes, devaient frapper d'étonnement et d'admiration un esprit aussi supérieur que celui de

[1] C'est aujourd'hui la plaine *de la Crau*.
[2] Lib. IV, cap. 1, § 5.
[3] Lib. I, cap. 7.
[4] . . . . . . *Vidi factas ex æquore terras;*
Et procul à pelago conchæ jacuêre marinæ.

Pline ; le noble désir d'expliquer des phénomènes à peine explicables aujourd'hui, entraîna cet infatigable observateur au pied du Vésuve, alors que ce volcan préparait la ruine d'Herculanum et de Pompéi, et celui qui s'offrait comme l'historien de cette épouvantable catastrophe, en fut une des premières victimes. Dans les écrits de ce grand homme, on trouve quelques tentatives pour remonter aux causes des commotions souterraines et de l'embrasement des volcans, de la formation de nouvelles terres par les alluvions, de la naissance de quelques îles et des irruptions marines. Il a remarqué la configuration organique de quelques pétrifications ; il a fait mention de la rencontre de quelques os et de défenses d'éléphans fossiles ; il a décrit sous différens noms des corps qui paraissent être des bélemnites, des ammonites, des échinites, des encrinites, des polypiers et des cardites, sans cependant laisser entrevoir qu'il connaissait ou qu'il soupçonnait même leur véritable origine [1].

Pausanias, qui écrivit ses voyages environ un siècle plus tard, prouve que l'esprit d'observation n'avait pas encore fait de progrès sensibles. Il cite seulement en Attique, dans l'enceinte du temple de Jupiter Olympien, une ouverture par laquelle on disait que s'étaient écoulées les eaux du déluge de Deucalion [2]. Tout porte à croire que les ossemens gigantesques, dont il parle en divers endroits, sont des restes fossiles de grands mammifères. Une seule citation suffira pour le faire présumer : « Voici encore, dit-il, ce que j'ai » vu d'étonnant dans une petite ville de la Lydie supérieure » nommée les Portes-de-Teménus : une colline du voisinage » s'étant fendue par la rigueur du froid, on y aperçut des » ossemens d'une grandeur si démesurée, que, sans leur » forme, on n'aurait guère pu croire qu'ils eussent appar- » tenu à un homme. Le bruit se répandit aussitôt dans le » pays que c'étaient les os de Géryon, fils de Chrysaor [3]. » La prétendue ressemblance de ces dépouilles avec des os humains n'a rien qui doive étonner, puisque depuis la renaissance des sciences et des lettres plusieurs hommes instruits ont cru trouver la même ressemblance dans des ossemens d'éléphans. Enfin une de ses observations les plus remarquables est celle qu'il fit sur la route de Mégare à Corinthe, à l'égard d'un des tombeaux qui la bordaient et qu'il

[1] Hist. nat. lib. II, cap. 81, 86, 88, 89, 90, 92 et 94.
[2] Lib. I, cap. 18.
[3] Lib. I, cap. 35.

dit être revêtu d'un marbre coquiller très-blanc, plus tendre que le marbre ordinaire, et *tout rempli de coquilles marines* [1].

Le martyr *saint Justin*, qui vivait sous le règne d'Antonin, nous a conservé un passage assez curieux de l'historien *Trogue-Pompée*, mort environ cent ans avant lui, passage qui n'est que l'exposé des idées des anciens Scythes sur l'état primitif de la terre. Mais Justin, en le rapportant sans chercher à le réfuter, nous prouve qu'il en adoptait les conséquences; qu'il ne les regardait pas comme en opposition avec le récit de Moïse, et qu'enfin, contemporain de Pausanias, ses idées, sur les révolutions de notre globe, étaient plus justes, plus saines, et presqu'en harmonie avec les connaissances actuelles.

Voici la traduction du texte de Justin : « Au reste, s'il fut » un temps où les diverses parties du monde durent ne faire » qu'un tout dans l'origine des âges, soit que notre globe ait » été primitivement enseveli sous les eaux, soit que nos » continens aient été formés par le feu qui y conserve sa » puissance, dans ces deux hypothèses, les Scythes doivent » être les plus anciens peuples.

» Si l'univers a d'abord été façonné par le feu; en s'éteignant lentement, celui-ci a préparé une patrie aux premiers habitans de la terre, et cette patrie doit être la région du nord, puisque soumise aujourd'hui à l'influence » des rigoureux hivers, elle est tellement privée de chaleur » qu'aucune n'est exposée à des froids plus intenses; tandis » que l'Egypte et toutes les terres orientales ne passèrent » que fort tard à une chaleur tempérée, puisqu'elles sont » maintenant encore brûlées par l'ardeur du soleil.

» Que si toutes les terres ont été autrefois ensevelies dans » la profondeur des mers, nul doute que les parties les plus » élevées aient été les premières mises à sec par l'écoulement » des eaux, qui demeurèrent au milieu des contrées les plus » basses. Sur les terres que les eaux abandonnèrent d'abord, » on vit naître et s'engendrer les premiers animaux.

» C'est ce qui dut se passer en Scythie, la plus élevée de » toutes les contrées, comme le prouvent tant de fleuves qui » y coulent pour se jeter dans les *Palus-Méotides*, et delà » dans le *Pont-Euxin*, et la mer égyptienne. Mais l'Egypte, mise à l'abri de l'impétuosité des eaux par de » grandes digues, et coupée par des canaux, monumens de

[1] Lib. I, cap. 38.

» tant de siècles, de tant de travaux et de la persévérance de
» tant de rois, l'Egypte qui ne doit sa fertilité qu'au Nil, pa-
» raît avoir été la moins anciennement habitée, puisque les
» immenses constructions de ses rois, et le limon que le
» fleuve entraîne, prouve qu'elle est la plus nouvelle des
» terres.

« Ainsi donc, d'après ces motifs, les Scythes devront tou-
» jours être regardés comme antérieurs aux Egyptiens [1]. »

Quatre siècles après Justin, le philosophe stoïcien *Censorinus* traite la question relative aux révolutions physiques de la terre, mais sans y apporter aucune lumière nouvelle parce que le champ de l'observation n'était point encore ouvert. Dans l'un de ses écrits, rapporté par Juste-Lipse [2], il s'exprime en ces termes :

« L'année qu'Aristote appelle immense plutôt que
» grande, est la révolution pendant laquelle le soleil, la

[1] Cæterùm si mundi partes aliquandò unitas fecit, sive illuvies aquarum principio rerum terras obruptas tenuit, sive ignis, qui et mundum genuit, cuncta possedit, utriusque primordii Scythas origine præstare. Si ignis prima possessio rerum fuit, qui paulatìm extinctus, sedem terris dedit. Nullam priusquàm septentrionalem partem, hiemis rigore ab igne secretam, adeò ut nunc quoque nulla magìs rigeat frigoribus. Ægyptum verò et totum orientem tardissimè temperatum, quippe qui etiam nunc torrenti calore solis exæstuet. Quod si omnes quondàm terræ submersæ profundo fuerunt, profectò editissimam quamque partem decurrentibus aquis primùm detectam, humillimo autem solo eamdem aquam diutissimè immoratam. Et quantò prior quæque pars terrarum siccata fuit, tantò priùs animalia generare cœpisse.
Porrò Scythiam adeò editiorem omnibus terris esse, ut cuncta flumina ibi nata in Meotin, tunc deinde in Ponticum et Ægyptium mare decurrunt. Ægyptum autem quæ tot regum, tot sæculorum curâ impensâque munita sit, et adversùm vim incurrentium aquarum tantis structa molibus, tot fossis conscissa, ut cum iis arceantur, illis recipiantur aquæ, nihilhominùs coli, nisi excluso Nilo non potuerit, non posse videri hominum vetustate ultimam, quæ sive ex aggregationibus regum sive Nili trahentis limum, terrarum recentissima videatur.
His igitur argumentis superatis, Ægyptiis antiquiores semper Scythæ visi. — Hist. epist., lib. II, cap. 1.

[2] Juste-Lipse : De Physiologia stoïcorum : « Est præterea annus
» quem Aristoteles maximum potiùs quàm magnum appellat, quem
» solis et lunæ vagarumque stellarum orbes conficiunt, cum ad
» idem signum ubi quondàm simùl fuerant unà revertuntur. Cujus
» anni hiems summa est Cataclysmus quem nostri diluvionem vo-
» cant; æstas autem Ecpyrosis, quod est mundi incendium. Nam his
» alternis temporibus mundus tùm exignescere tùm exaquescere
» videtur. »

» lune et les planètes reviennent ensemble au point d'où ils » étaient partis : année dont *l'hiver* est le cataclysme que » nous appelons déluge, et *l'été*, l'embrasement qui fut l'incendie de l'univers. Car à ces époques successives, il paraît » que le monde est tantôt embrasé et tantôt inondé. »

Nous venons de passer en revue la période antique pendant laquelle les philosophes et les physiciens dédaignant l'observation, se perdirent dans un dédale de suppositions basées seulement sur l'idée d'une ou de plusieurs conflagrations, d'un ou de plusieurs cataclysmes.

Le commencement du moyen-âge ne nous offre en Europe aucun écrit où nous puissions puiser quelques faits qui indiquent que les idées se portaient sur les phénomènes de la nature; mais l'Orient, alors plus éclairé que l'Occident, présente quelques savans qui se sont occupés des changemens que la terre a éprouvés.

On ne sera donc pas étonné de lire dans *Ferdrousi*, auteur célèbre qui a traité de l'origine de la terre, et qui mourut l'an 411 de l'hégire, c'est-à-dire vers la fin du Xe siècle : *les montagnes s'élevaient et les eaux en découlaient.*

Mohamed-ben-Mohamed Kaswini, qui paraît avoir vécu dans le VIIe siècle de l'hégire, c'est-à-dire vers la fin du XIIIe siècle de notre ère, s'exprime dans les termes suivans dans son livre intitulé : *Adjaïb Alma Klaloukat* (Merveille de la nature).

« Il y a des philosophes qui appliquent également le nom » de vapeur à deux sortes de combinaisons élémentaires : ils » désignent celles qui sont le produit des *particules* » *aqueuses* sous le nom de vapeurs humides ou aqueuses, » et celles qui doivent leur formation aux *molécules terreuses* par le nom de vapeurs sèches ou fuligineuses. Ce » sont ces deux sortes de vapeurs qui forment au-dessus de » la terre, les nuées, le vent, la pluie, la neige et autres » phénomènes semblables ; et *dans l'intérieur du globe*, » *les tremblemens de terre*, *les sources*, LES MINES. On re- » garde les vapeurs comme le corps, et les exhalaisons comme » l'esprit : des unes et des autres, suivant la diversité de » leurs combinaisons et les différentes proportions dans les- » quelles elles s'unissent, sont produits dans les laboratoires » de la nature un grand nombre de substances diverses, » suivant ce qu'on lit dans les traités de philosophie. »

N'est-il pas singulier de voir dans ce passage quelques idées géologiques, qui, ainsi que l'a fait remarquer M. Elie de Beaumont, sont aujourd'hui généralement admises.

Kaswini, pour exprimer son opinion sur le déplacement des mers, et pour faire voir que les peuples n'en conservent pas le souvenir, se sert de la parabole suivante :

« Je passai un jour, dit *Khidhz*, par une ville fort an-
» cienne extraordinairement peuplée. Savez-vous quand a
» été fondée cette ville? demandai-je à un de ses habitans.
» Oh! me répondit-il, c'est ici une très-grande ville : nous
» ignorons depuis quand elle existe, et nos ancêtres étaient
» à ce sujet dans la même ignorance que nous. *Cinq cents*
» *ans après*, passant par le même lieu, je n'aperçus plus une
» seule trace de cette ville, et je demandai à un paysan qui
» ramassait de l'herbe sur son ancien emplacement, depuis
» quand elle avait été détruite. Quelle question me faites-
» vous donc là? me dit-il, cette terre n'a jamais été autre
» qu'elle est en ce moment. Autrefois, lui dis-je, n'existait-
» il pas ici une ville superbe? Jamais nous ne l'avons vue,
» me répondit-il, et jamais nos pères ne nous en ont parlé.
» *Comme j'y revins cinq cents ans après*, JE TROUVAI UNE
» MER A SA PLACE, et j'aperçus sur ses bords une compagnie
» de pêcheurs auxquels je demandai depuis quand cette
» terre était couverte par la mer. Un homme comme vous,
» me répondirent-ils, devrait-il faire une pareille question?
» Cet endroit a toujours été ce qu'il est. *J'y retournai encore*
» *cinq cents ans après*, la mer avait disparu : je demandai
» à un homme qui était seul en cet endroit depuis quand
» ce changement avait eu lieu, et il me fit la même réponse
» que j'avais eue précédemment. Enfin, *en y retournant de*
» *nouveau après un pareil laps de temps*, j'y retrouvai
» une ville florissante, plus peuplée et plus riche en beaux
» bâtimens que celle que j'y avais vue la première fois; et
» quand je m'informai de son origine à ses habitans, ils me
» répondirent : Elle se perd dans la nuit des temps; nous
» ignorons depuis quand elle existe, et nos pères étaient à
» cet égard dans la même ignorance que nous. »

Boccace, si connu dans la littérature, est l'un des plus anciens écrivains du moyen-âge, que nous puissions placer en tête de ceux qui ont abandonné l'ornière tracée par les philosophes de l'antiquité. Il remarqua la prodigieuse quantité de coquilles fossiles que renferment les montagnes calcaires de l'Italie, et en conclut que leur présence est due au séjour prolongé des mers et non aux brusques effets d'un déluge.

M. Libri a découvert et fait connaître l'écrit d'un auteur, probablement un moine, nommé *Paulus-Sanctinus* de Lucques, qui vivait dans la première moitié du XVe siècle,

et qui déjà concevait l'existence du feu central et le soulèvement de la croûte terrestre[1]. Voici comment il s'exprime à ce sujet :

« Il me semble que le sphéroïde terrestre se tenant suspendu au milieu d'un fluide, une partie sous l'eau et l'autre au-dessus, il doit participer à la fois de la matière aqueuse et de la matière terrestre ; si l'on demande pourquoi une partie du globe est sous l'eau et l'autre au-dessus, je répondrai qu'une partie est sous l'eau à cause de la pesanteur de la terre, et que l'autre se tient au-dessus à cause de l'air qu'elle renferme dans ses cavités et dans ses pores, et du feu qui occupe son centre, d'où, par l'action de ce feu, s'échappent les sources chaudes, et où se forme le soufre qui entretient la combustion et les autres minéraux. De là il résulte que la moitié qui est au-dessus des eaux étant entourée d'air, tend à s'élever, et que la flamme tend à monter vers l'éther : ainsi la terre s'élève vers la région de l'air et du feu, parce que la violence de ces élémens les pousse vers le haut. »

L'examen de quelques faits offrit aux savans de l'époque qui succéda au moyen-âge une route plus sûre ; mais jusqu'au temps où le génie de Buffon sembla deviner la marche de la nature et les grandes causes qui ont agi à la surface du globe en en modifiant l'enveloppe, les physiciens, pour avoir généralisé avec trop de hardiesse un petit nombre d'observations isolées, ont plutôt arrêté que favorisé l'étude qui fait aujourd'hui la base de la géologie.

Jusqu'à l'époque où le savant minéralogiste de Freyberg fonda une nouvelle école, on peut distinguer deux périodes dans l'histoire de la géologie : celle qui commence vers la

1 Son livre est intitulé *De Machinis billicis.* Voici le texte du passage dont nous donns la traduction :

« Mihi videtur Paulo quod torta terra rotunda stat in medio aquæ et una pars ejus est sub aqua, alia pars extra aquam, et sic participat de aquâ et terrâ. Undè petitur quare una pars terra est sub aqua, alia pars in aere extra aquam ; circa hoc dico quod una pars terræ est sub aqua propter gravedinem terræ, alia pars propter aerem inclusum qui est in concavitatibus terræ in poris ejus et propter ignem materialem inclusum in medio centri terræ, de quo centro, decoctione ignis, exeunt aquæ calidæ ac sulphur de quo fit incendium et alia metalla ibi oriuntur et ideo medietas super aquam est quæ inclusa ad sursum aeris tendit et ignis flamma ad sursum ætheris tendit et sic terra elevatur ad aerem ac ignem quia istorum elementorum violentia sursum ascendit. » (Manuscrits français de la Bibliothèque du roi, nº 7239, feuille 107.)

fin du XV[e] siècle et finit au commencement du XVII[e], et celle qui, depuis Woodward et Morro, continue jusqu'au moment où Werner, Deluc, Saussure et Dolomieu s'attachèrent à des observations rigoureuses.

Dans le XV[e] siècle, *Alexander ab Alexandro*, que d'autres appellent *Alessandro degli Alessandri*, frappé des traces du séjour de l'Océan sur des points fort élevés du globe et à des distances considérables des mers actuelles, proposa l'hypothèse du changement de l'axe de rotation de la terre.

Fracastoro au commencement du siècle suivant, s'occupa spécialement de cette question : il fit remarquer que les phénomènes dont les montagnes offrent la trace, sont tels qu'ils ne peuvent être expliqués d'une manière satisfaisante par une convulsion passagère telle que celle que l'on appelle *Déluge*.

George *Agricola*, vers la moitié du XVI[e] siècle, composa plusieurs écrits sur la minéralogie et l'exploitation des mines, et expliqua d'une manière assez claire et précise la disposition et la formation des filons métalliques.

Vingt ans plus tard, *Bernard de Palissy* qui, par l'imitation fidèle de la nature, porta l'art du potier de terre à un rare point de perfection, et qui par la force du génie sortit de la foule des ouvriers, pour s'asseoir parmi les physiciens distingués, a, le premier en France, conçu des idées raisonnables sur les phénomènes de la physique terrestre et de la géologie. Ses observations sur la cristallisation des sels solubles dans l'eau, le conduisirent à soutenir que les substances que l'on trouve sous la forme cristalline dans les diverses couches de la terre, ont été déposées au sein des eaux et par leur action. Pour expliquer ce phénomène, il imagina l'existence *d'une eau élémentaire*, qu'il appela *congélative*. Cette eau, selon lui, avait formé, à l'aide de divers principes métalliques, les pierres fines colorées; elle avait servi à réunir différentes terres pour la formation des roches opaques, des stalactites, des bancs calcaires, et des différentes pétrifications; enfin il la considérait comme le principe de toute agglomération solide. *Cardan*, contemporain de Palissy, prétendait dans ses écrits que les coquilles marines qui font partie des roches plus ou moins pierreuses, avaient été répandues sur toute la superficie du globe par la seule action du déluge; Palissy combattit cette opinion : il objectait que cette catastrophe avait été de trop courte durée pour former ces bancs si épais et si étendus qui en sont remplis, et qui constituent la masse de tant de hautes

montagnes. Il prétendit, au contraire, que leur présence attestait que les continens avaient été successivement couverts et abandonnés par les eaux de la mer.

Le célèbre peintre, *Léonard de Vinci*, qui cultiva avec fruit non-seulement la littérature, mais encore la philosophie et les sciences physiques et mathématiques, a, dans un de ses écrits, traité de l'état ancien de la terre [1]. En examinant les corps organisés fossiles, il s'élève contre l'opinion de quelques savans de son temps qui les considéraient comme des jeux de la nature et comme le résultat de l'influence des astres.

« La mer change l'équilibre de la terre, dit-il; les coquilles » que l'on trouve entassées en différentes couches, ont né» cessairement vécu dans le même endroit que la mer occu» pait. Les grandes rivières charrient des débris qu'elles por» tent à l'Océan; les bancs formés par ces dépôts ont été » recouverts par d'autres couches de limon de différente » épaisseur; et ce qui était le fond de la mer est devenu le » sommet des montagnes.

» Quand une rivière forme des amas de limon et de sable, » et qu'ensuite elle les abandonne, l'eau qui s'écoule de ces » masses nous montre la manière dont les montagnes et les » vallées peuvent se former peu à peu dans un terrain sorti » du fond de la mer, quoique ce terrain en sortant fût pres» que plein et uni. L'eau qui s'écoule de ce terrain élevé sur » la surface de l'Océan, commence à y former des courans » dans les parties basses; elle y creuse des ruisseaux qui atti» rent d'autres écoulemens des environs. Les ruisseaux, » nourris ensuite par les eaux de pluie, prennent chaque » jour un accroissement successif de largeur et de profon» deur; ils deviennent des torrens, des ravins; ils se réunis» sent en rivières, et en rongeant toujours leurs rives, ils » transforment les entre-deux en montagnes. Les pluies ont » balayé sans cesse et dépouillé ces montagnes; il n'y est » resté que le rocher entouré d'air; le terrain du sommet et » des côtés est descendu à la base, il a haussé le fond des » mers qui baignaient la base même, il les a forcées à se re» tirer loin de là. »

Vers la fin du XVI[e] siècle, l'Anglais *George Oven* laissa un ouvrage manuscrit très-précieux, sur la topographie du Pimbrokshire, son pays natal. Son travail prouve

[1] Essai sur les ouvrages physico-mathématiques de Léonard de Vinci, avec des fragmens tirés de ses ouvrages mathématiques, apportés d'Italie. Lu à l'Institut par J.-B. Ventori. Paris, 1797.

qu'il a suivi avec beaucoup d'exactitude la direction et l'étendue des couches de houilles et des bancs calcaires qui les accompagnent, à travers toute la partie méridionale du pays de Galles, et qu'il a même observé les points de liaison des terrains de ce comté, avec ceux du Gloucestershire et du Somersetshire. C'était indubitablement, comme le font remarquer MM. Conybeare et Phillips [1], la première tentative qui ait été faite pour établir un fait important et même fondamental en géologie, c'est que les mêmes séries de roches se succèdent les unes aux autres dans un ordre régulier, sur de vastes étendues de pays. L'ouvrage d'Oven, resté manuscrit jusqu'à l'époque où il fut publié dans le second volume du *Cambrian Register*, est un exemple frappant de ces sortes d'anticipation sur des découvertes futures, que l'on a plus d'une fois remarquée dans les sciences, et qui, parce qu'elles n'ont point été publiées, n'ont point contribué à leur avancement.

Palissy avait été conduit, par l'observation, à des idées nouvelles, mais après lui la marche qu'il avait suivie resta long-temps sans imitateurs. La plupart des physiciens du dix-septième siècle ne recueillirent que des faits isolés, sur lesquels ils bâtirent de brillans systèmes. *Descartes* avança que la terre avait été primitivement un soleil, dont l'embrasement avait cessé faute de matière combustible : par là il se rendait compte de la disposition et de la nature de certaines roches. Quant à celles qui forment des couches horizontales, il en attribuait l'origine à des sédimens précipités dans le liquide où ils furent déposés.

Le célèbre anatomiste danois, *Sténon*, appréciant les raisonnemens de Palissy, eut cependant recours à l'observation ; mais il ne visita que l'Italie. Il publia en 1669, dans une dissertation relative à la théorie de l'enveloppe du globe [2], ses opinions, dans lesquelles on voit clairement que les couches de la terre ont dû être formées dans un fluide par voie de sédiment, et que les montagnes sont dues à des soulèvemens et à des affaissemens qui en ont rompu les couches et les ont rendues inclinées d'horizontales qu'elles étaient dans l'origine. Il attribue la cause des soulèvemens à l'action des feux volcaniques, et celle des affaissemens aux cavités que les soulèvemens ont dû produire.

[1] *Outlines of the Geology of England and Wales*, etc. tom. I, Introduction, pag. 11.

[2] *De solido intrà solidum naturaliter contento dissertationis prodromus.* In-4 ; Florence, 1669.

La présence de plusieurs substances minérales et de différens corps organisés fossiles, dans les terrains de sédimens, porta Sténon à en expliquer l'origine : ainsi, il regardait le sel gemme et les dépouilles d'animaux marins comme la preuve indubitable de la formation des couches qui les renferment dans le sein de l'Océan ; les divers végétaux fossiles comme le résultat d'inondations produites par des fleuves ; le bitume, le charbon de terre, les ponces et les matières calcinées comme l'effet de quelque incendie souterrain. Sténon distingue avec soin les coquilles fossiles des coquilles pétrifiées, et celles-ci des simples moules qu'elles ont laissées dans les roches calcaires ou siliceuses ; il soutient avec raison que les glossopètres, si abondantes dans l'île de Malte, et appelées ainsi parce qu'on les regardait comme des langues de serpens pétrifiées, n'étaient autre chose que des dents d'un squale qu'il nomme chien de mer. Enfin il distingue parmi les végétaux conservés dans les couches de la terre, les plantes fossiles, les plantes pétrifiées, et les empreintes de plantes, et paraît n'avoir pas confondu avec celles-ci ces herborisations ou dendrites, qu'il soupçonne s'être formées par l'action d'un liquide tenant en dissolution quelques substances métalliques. On voit par cet exposé que le savant Danois avait conçu des idées fort saines sur plusieurs faits géologiques. Voici quelques citations de son ouvrage :

« Il est certain qu'à l'époque où se formait une couche quelconque, sa surface inférieure et ses surfaces latérales correspondaient à celle des corps inférieurs et des corps latéraux ; mais que sa surface supérieure était d'une manière générale parallèle à l'horizon, et que, par conséquent, toutes les couches, excepté la plus basse, sont contenues entre deux plans parallèles à l'horizon. De là, il résulte que les couches qui sont ou perpendiculaires ou inclinées à l'horizon, lui ont été parallèles à une autre époque.

» Les couches de la terre ont pu changer de position suivant deux modes différens.

» Le premier mode offre une violente secousse imprimée de bas en haut, soit qu'elle provienne de la conflagration subite des vapeurs souterraines ou d'un très-fort dégagement d'air, produit par de grandes ruines arrivées dans le voisinage. Cette violente secousse des couches est suivie de la dispersion en poudre de la matière terreuse et du brisement de la matière rocheuse en pierrailles et en blocs.

» Le second mode est la chute naturelle ou la ruine des

» couches supérieures lorsque la matière qui soutenait la
» couche la plus basse qui servait d'appui à toutes les autres,
» ayant été enlevée, les couches supérieures commencèrent
» à se fendre. D'où résulte, suivant la diverse disposition des
» cavités et des fentes, une position très-variée des couches
» brisées, quelques-unes restant parallèles à l'horizon, d'au-
» tres lui devenant perpendiculaires, la plupart formant avec
» lui des angles obliques, et quelques-unes dont la matière
» est tenace se courbant en arc; et ce changement aura pu
» arriver soit dans toutes les couches placées au-dessus d'une
» cavité, soit seulement dans les plus basses de ces couches,
» les couches supérieures restant intactes.

» Ce qui prouve que le changement de position des cou-
» ches a été la principale origine des montagnes, c'est que,
» dans n'importe quel groupe de montagne on remarque :

» 1° De grandes surfaces planes à la cime de quelques-unes
» d'entre elles ;

» 2° Beaucoup de couches parallèles à l'horizon ;

» 3° Sur leurs flancs, beaucoup de couches diversement
» inclinées à l'horizon;

» 4° Sur les flancs opposés des collines, des couches rom-
» pues, présentant une conformité complète de matière et
» de figure;

» 5° Des tranches de couches à découvert ;

» 6° Au pied de ce même groupe des fragmens de
» couches rompues, en partie entassées en collines, et en
» partie dispersées sur la surface du sol adjacent;

» 7° Soit dans les montagnes Rocheuses elles-mêmes, soit
» dans leur voisinage, des indices évidens de feux souter-
» rains; de même que, autour des collines composées de
» couches terreuses, on trouve fréquemment des eaux; et
» c'est ici le lieu de noter en passant, que les collines qui
» sont composées de couches terreuses ont le plus souvent
» pour fondement de grands fragmens de couches rocheuses
» qui protégent en beaucoup d'endroits les couches terreuses
» qu'ils supportent, et les empêchent de céder à l'action éro-
» sive des fleuves voisins et des torrens.

» Des montagnes peuvent aussi être produites d'une autre
» manière, savoir : par l'action du dedans au dehors de feux
» souterrains vomissant des cendres et des rochers avec du
» souffre et du bitume, et par l'action violente des pluies et
» des torrens qui entraînent les couches rocheuses déjà fen-
» dues par les alternatives de la chaleur et du froid, et qu
» désaggrégent les couches terreuses crevassées par les grande

» chaleurs ; d'où il résulte qu'il y a deux classes principales
» de montagnes et de collines ; la première classe composée
» de couches, et qui se divise en deux autres suivant que les
» couches rocheuses ou les couches terreuses sont les plus
» abondantes ; la seconde classe composée de fragmens de
» couches et de parties détachées et entassées confusément
» et sans aucun ordre.

» En partant de là on pourrait aisément montrer :

» 1° Que toutes les montagnes de nos jours n'ont pas
» existé depuis l'origine des choses ;

» 2° Que les montagnes ne poussent point à la manière
» des végétaux ;

« 3° Que les rochers des montagnes n'ont rien de commun
» avec les os des animaux, si ce n'est une certaine simili-
» tude de dureté ;

« 4° Qu'il est possible que des montagnes soient ren-
» versées, que des champs soient transportés d'un côté à
» l'autre d'une grande route, que des cimes de montagnes
» soient élevées ou abaissées, que la terre s'ouvre et se re-
» ferme ensuite, et qu'il arrive d'autres phénomènes de ce
» genre qui dans l'histoire sont traités de fables par ceux
» qui ne veulent pas passer pour crédules. »

Contemporain de Sténon, l'Anglais Th. *Burnet* eut la hardiesse d'imaginer le premier une théorie de la terre. A défaut de faits il se livra à d'ingénieuses suppositions. S'emparant de l'opinion de saint Augustin que dans le principe, tout ce qui devait être créé était contenu dans la matière [1], il représente d'abord la terre comme une masse sans aucune sorte d'organisation ; mais bientôt elle prend une forme régulière ; les substances les plus pesantes se précipitent suivant les lois de la gravitation, au centre du globe, et les moins pesantes autour. Cette précipitation produisit une suite nombreuse de couches parallèles et concentriques, car la surface de la terre était plane, sans montagnes et sans vallées. L'eau recouvrait toutes ces couches, mais des ma-

[1] Voici comment s'exprime ce père de l'Église : « Dictum est : *In principio fecit Deus cœlum et terram ;* non quia jam hoc erat, sed quia hoc esse poterat. Nam et cœlum scribitur posteà factum.

» Quemadmodum si semen arboris considerantes, dicamus ibi esse radices, et robur et ramos et fructus et folia, non quia jàm sunt, sed quia indè futura sunt. Sic dicitur : *In principio*, etc., quasi semen cœli et terræ materia ; sed quia certum erat indè futurum esse cœlum et terram, jàm et ipsa materia, cœlum et terra appellata est. » S. Aug. adv. Manich., Lib. 1, cap. 3, n° 1.

tières plus légères, des substances grasses et huileuses formaient une dernière couche au-dessus de l'eau; l'atmosphère en s'épurant augmenta d'une très-grande quantité de particules terrestres, cette enveloppe extérieure; ce fut la première terre habitable, le premier séjour de l'homme. L'équateur était dans le plan de l'écliptique; les nuits étaient partout égales au jour; un printemps perpétuel régnait à la surface de la terre. Cet état dura environ seize siècles. Mais la chaleur solaire dessécha peu à peu l'enveloppe terrestre, la fit fondre de toutes parts; les efforts de l'eau échauffée hâtèrent la rupture de cette enveloppe, qui s'écroula dans les profondeurs de l'abîme, et cette épouvantable catastrophe causa le déluge universel. Pendant qu'elle s'opérait, l'équilibre de la terre en fut troublé; son axe s'inclina, et amena l'inégalité des saisons.

Les masses terrestres en s'écroulant s'accumulèrent si irrégulièrement qu'elles laissèrent entre elles d'immenses cavités dans lesquelles les eaux s'ouvrirent une issue. Leur écoulement creusa de profondes vallées, et quand les mers eurent repris leur équilibre, ce fut alors que les montagnes se montrèrent dans toute leur élévation [1].

Il est facile de voir par cet exposé que la théorie parfois bizarre de Burnet, est loin de pouvoir rendre raison de la formation des différentes roches de la terre, et de la présence des corps organisés que renferment la plupart de ces roches.

Leibnitz, dans un Essai sur l'histoire naturelle de la terre publié en 1683, et dans sa *Protogée* qui parut en 1740, développa quelques idées beaucoup plus saines sur les diverses modifications que notre globe a éprouvées. Il pense que la terre a brûlé dans l'origine comme brûle encore le soleil; qu'elle était lumineuse et qu'après être restée dans cet état jusqu'à ce qu'elle fût dépourvue de matières combustibles, elle s'éteignit. Le feu avait vitrifié sa surface, ce que prouvent les sables, les argiles et les schistes, qui forment son enveloppe; pendant qu'il était en activité les parties humides élevées en vapeurs donnaient à son atmosphère une immense étendue; lorsqu'il s'éteignit, l'effet du refroidissement fut de former des cavernes et des vides considérables, et de provoquer la condensation de son atmo-

[1] Burnet. Telluris theoria sacra, urbis nostri originem et mutationes generales, quas aut jàm subiit, aut olim subiturus est, complectens, libr. duos priores, de diluvio et paradiso. Lond. 1681.



sphère, dont une partie se réduisit en eau, tomba à sa surface et la couvrit entièrement. En sorte que sur tous les points, les animaux qui vécurent dans cette mer ont laissé leurs innombrables dépouilles, et que le balancement des flots a trituré les roches ou matières vitrifiées pour les réduire en sable, ou les a broyées et en a formé d'autres dépôts. Les boursouflures et les vides, causés par le refroidissement, vinrent à s'écrouler et à se rompre; les eaux y cherchèrent une issue, et les parties abandonnées par elles, présentèrent l'ébauche des premières montagnes et des premières vallées et furent les premiers continens. Telle fut aussi l'origine de ces immenses cavernes si célèbres dans quelques contrées. Leibnitz attribue encore à l'embrasement primitif du globe, la formation des métaux dans les entrailles de la terre par voie de sublimation, et leur réunion en filons et en veines; tandis que d'autres dépôts métalliques se sont formés par l'action des eaux à une époque postérieure. Quel génie dans ces conceptions, surtout pour un siècle où l'organisation de l'écorce terrestre avait été si peu observée!

Les théories du célèbre philosophe saxon eurent du retentissement en Angleterre, en France et en Italie. Dans le premier de ces pays on commença à étudier avec soin la structure de l'écorce terrestre.

Ray adoptant aussi la théorie des affaissemens, leur attribua la formation de toutes les vallées : il en cherchait la preuve dans l'identité et la correspondance des couches qu'il y remarquait aux mêmes hauteurs, quoiqu'il soit bien certain que cette correspondance ne se montre point dans tous les terrains et surtout dans de larges vallées [1].

Vers le même temps *Llwydd* signalait un fait qui, constaté et bien observé, devait avoir un jour de grandes conséquences sur l'étude de la géologie : c'est que les corps organisés diffèrent selon les couches qui les recèlent. Ainsi il observait que certaines espèces d'echinites étaient particulières à la craie d'Angleterre et à celle du nord-est de l'Irlande. *Lister* proposait pour la première fois de dresser des cartes géologiques régulières, et dans quelques écrits il prouve qu'il connaissait assez bien l'étendue du terrain crétacé dans la grande Bretagne et la France; enfin il a fait voir par quelques remarques, qu'il savait distinguer certaines couches par la nature de leurs débris organiques.

[1] *Ray* : Three physico-theological discourses. London, 1693.
[2] Voyez les Transactions philosophiques de l'année 1684.

Woodward et *Whiston* dans leurs conceptions hypothétiques ne reculèrent point devant les difficultés. Le premier mit dans un nouveau jour les observations faites par ses devanciers, relativement à l'origine marine des couches parallèles de l'écorce terrestre et aux coquilles fossiles qu'elles renferment. Mais il prétendit que dans la disposition de ces couches, les matières sont déposées les unes sur les autres, suivant l'ordre de leur pesanteur spécifique, les plus lourdes supportant les moins pesantes, et comme la quantité de liquide qui tint en dissolution une si grande masse dut être énorme, il place ce liquide au centre de la terre, et le fait monter ensuite à la surface par la rupture de l'abîme dont il est question dans le déluge de Moïse. On voit que cette idée est entièrement empruntée à Burnet. Il fait remarquer que la matière qui a servi à la composition des roches calcaires coquillères a dû être réduite en molécules impalpables puisqu'elle a pu remplir l'intérieur des coquilles; et que celles-ci, lorsqu'elles sont fossiles, présentent des caractères d'organisation tout à fait analogues à ceux des coquilles vivantes [1], quant aux impressions musculaires et à la forme extérieure.

Whiston avec sa Théorie de la terre, fit dans le monde savant une plus grande sensation que Woodward. Livré à l'étude de l'astronomie, ce fut dans les théories de cette science qu'il chercha les bases de son histoire de notre globe [2]. Il suppose que la terre était primitivement une comète ou l'atmosphère d'une comète dont l'ellipse fort excentrique fut transformée en une orbite semblable à celle des planètes; qu'avant ce changement, fortement échauffée dans son périhélie, tantôt exposée au froid le plus âpre dans son aphélie, elle avait été alternativement vitrifiée ou couverte de glaces jusqu'au moment ou elle prit son rang parmi les planètes. Ce fut alors que la terre échauffée par l'astre du jour se couvrit d'eau provenant de la fonte des glaces. Au-dessus de celles-ci, se forma une croûte de matières solides. Mais bientôt, cette croûte mal affermie s'écroula: delà des vallées et des montagnes. Celles-ci étaient isolées, peu élevées, et ne formaient point de chaînes; la chaleur de la terre faisait naître à sa surface et dans ses eaux une foule de plantes et d'animaux; la vie des hommes était dix fois plus longue qu'aujourd'hui; ils étaient aussi entraînés à

[1] *Woodword*: An Essai toward the natural history of the earth.
[2] *Whiston*: A new Theory of the earth. London, 1708.

une conduite plus déréglée, ce qui provoqua la colère de l'Éternel : l'an du monde 2349 une comète passe à peu de distance de la terre (c'est celle de 1680) elle l'enveloppe de sa queue vaporeuse qui se condense et l'inonde. D'un autre côté, l'attraction de cette comète agissant sur les eaux intérieures de la terre les attire, et sa croûte soulevée avec force se brise, et produit nos chaînes de hautes montagnes. Quarante jours après cette catastrophe, les eaux fournies par la comète s'étaient enfouies dans les abîmes ouverts par les soulèvemens, et bientôt la terre se montra dans l'état où nous la voyons aujourd'hui.

Quoique Whiston n'explique point comment, contre toutes les lois de la physique, une couche solide a pu se former à la surface des eaux primitives, son système eut, nous le répètons, beaucoup de vogue.

Avant Whiston et Woodward, *Bourguet* avait examiné les Alpes et les Apennins. Il avait fait des observations intéressantes sur leur direction ; sur la correspondance des angles saillants et rentrants de leurs vallées ; sur l'alternance de leurs diverses roches ; sur la disposition de leurs couches, tantôt parallèlles, tantôt perpendiculaires à l'horizon, tantôt courbées en arcs, et tantôt ondoyantes ; il avait remarqué que non-seulement dans les chaînes qu'il avait visitées, mais encore dans toutes les parties du globe connues, la présence de coquilles, de poissons, et de plantes au milieu de couches solides, celle des ossemens de divers animaux dans des dépôts tendres et friables était générale ; il avait remarqué encore que dans certaines régions, on voyait plus de volcans que dans d'autres et que plusieurs montagnes qui ne sont point embrasées, portaient des marques évidentes de leur ancienne ignition. Cependant malgré toutes ces observations, sa théorie de la terre n'est pas soutenable. Il dit que notre planète a été d'abord dans un état de fluidité et qu'elle s'est consolidée peu à peu ; que cependant la condensation des matières solides diminua sensiblement avec le mouvement et la vélocité du globe, de sorte qu'après un certain nombre de révolutions il se trouva dans un état de dissolution qui détruisit sa première structure ; que dans le temps de cette dissolution les coquilles s'introduisirent dans les matières dissoutes, et qu'après avoir pris la forme qu'il conserve encore, le feu s'est développé dans son sein ; que ce feu le consume, et qu'il déterminera un jour un embrasement général.

Bernier, moins fécond que ses devanciers en hypothèses

hardies, attribue la formation des montagnes à la seule action de la mer : et pour expliquer comment celle-ci est aujourd'hui au-dessous du niveau qu'elle occupait primitivement, il imagine qu'elle se déplace journellement ; il prétend alors que le centre du globe n'est pas fixe, qu'il change continuellement en parcourant tous les points de sa surface, d'où il arrive, selon lui, que les eaux de la mer, obéissant à ses perturbations, se portent tantôt sur un lieu, tantôt sur un autre, de manière à couvrir successivement tous les lieux de la terre. Nous n'avons pas besoin de faire observer combien les résultats de cette supposition sont contraires aux lois de la physique.

Lazare Morro montra plus de génie dans ses conceptions. Son ouvrage intitulé : *De l'origine des coquilles fossiles* [1], en fournit la preuve. Il avance que les montagnes ont été soulevées par l'action des feux souterrains ; il distingue deux époques de ces conflagrations : la première est celle du soulèvement des montagnes primitives formées au sein des eaux avant l'origine des êtres organisés; la seconde, bien postérieure à la première, est celle des montagnes secondaires, formées également sous les eaux, mais après l'origine des êtres organisés, et qui, pour cette raison, en renferment beaucoup de débris. Ne voit-on pas, d'après cet exposé, que si Morro ne peut pas être regardé comme le véritable auteur d'une théorie imaginée plus tard, c'est que la science n'était point assez avancée pour qu'il pût développer une idée aussi ingénieuse.

Fontenelle, que nous ne citons que pour prouver l'étendue de ses connaissances, a recours à l'opinion de Leibnitz, pour expliquer la disposition que présente l'écorce terrestre. Selon lui cette écorce est, jusqu'à une certaine profondeur, entremêlée de grandes cavités dont les voûtes, après s'être soutenues pendant un temps, se brisèrent, et laissèrent un passage à l'écoulement de la mer. Cette grande catastrophe eut pour résultat de laisser à découvert une partie de la surface de la terre, qui sera devenue alors une habitation convenable aux animaux. Pendant l'écroulement des voûtes, ajoute-t-il, il est possible que d'autres parties de la surface du globe se soient élevées, et par la même cause ; c'est pour cela que la plupart des montagnes sont composées de couches inclinées à l'horizon, et néanmoins parallèles entre elles [2].

[1] De crostacei e degli altri marini corpi che si trovano su'monti, Lib. II ; Venezia, 1740.

[2] Histoire de l'Académie des sciences, année 1716.

Quelques années avant Fontenelle, *Scheuchzer*, plein de l'idée que les inégalités de la surface de la terre et les débris organisés que renferment ses bancs n'ont pas d'autre origine que le déluge universel, adressa à l'académie des sciences une dissertation ayant pour but de prouver cette opinion. Selon lui, Dieu voulant offrir une issue aux eaux qui couvraient la terre, leur avait ouvert des réservoirs en brisant l'écorce du globe, et en relevant suivant une inclinaison plus ou moins grande les couches pierreuses précédemment horizontales. Il prétend même que Dieu choisit, pour effectuer ce bouleversement, les seules contrées qui renfermaient des couches pierreuses, et que c'est pour cette raison que celles qui renferment ces couches solides sont très-montueuses, tandis que celles qui ne sont couvertes que de sable n'offrent que des plaines. Malgré cette singulière opinion, Scheuchzer a rendu service à la géologie en examinant les corps organisés que recèle l'écorce terrestre, et en attirant sur eux l'attention des savans par la publication d'un catalogue raisonné de tous les fossiles qu'il avait reconnus et déterminés. Il est vrai que ses déterminations sont souvent bien fautives, puisqu'il prit les restes d'une salamandre gigantesque pour les ossements d'un homme; mais il eût au moins le mérite de prouver aux plus incrédules que ces débris n'étaient pas des jeux de la nature, et qu'ils étaient les restes des animaux détruits par le déluge [1].

De Maillet s'appuyant comme ses devanciers, sur le système des anciens philosophes, ne les modifia que dans quelques détails relatifs à ses propres observations. Selon lui, les eaux marines ont couvert tout le globe; ce sont elles qui ont formé les plus hautes montagnes; cependant, il distingue celles-ci en primitives, ou dépourvues de débris d'êtres organisés, et en secondaires, ou remplies de ces mêmes débris. Les eaux, malgré le volume qu'elles formaient dans l'origine, suivant De Maillet, n'ont point été entraînées dans les cavités de la terre; celle-ci se rapproche constamment du soleil, et c'est par la chaleur qu'elle en reçoit que les eaux se sont évaporées, et se sont élevées vers d'autres globes. L'axe de la terre a changé de position : dans l'origine, il n'était point incliné; mais un jour, notre globe changera de place; il sera embrasé, et tous les autres globes éprouveront successivement cette terrible catastrophe, à la suite de laquelle tous aussi seront portés dans des lieux où ils recou-

[1] Musæum diluvianum, 1716.

vreront leur primitive humidité. Nous faisons grâce au lecteur de tous les faits physiques et historiques dont s'appuie cet auteur, pour prouver que dans l'origine, la terre était plus rapprochée qu'aujourd'hui du soleil ; que sa chaleur était alors plus grande; que les années étaient plus courtes; que les hommes étaient censés vivre plus long-temps, et que la diminution constante des eaux marines est prouvée par l'exemple de plusieurs villes qui ont cessé d'être des ports de mer.

Tandis qu'en France, les physiciens et les naturalistes se livraient à diverses conjectures sur la formation du globe, les Anglais, guidés par leurs recherches sur les richesses de leur territoire, préparaient l'étude de la géologie en observant leurs terrains variés. *Holloway* étudiait en 1723 les masses de craie et les montagnes sablonneuses du comté de Bedford [1] ; *Packe*, observateur plus savant, démontrait par une description exacte, la succession de la craie, du calcaire pierreux et des argiles qui traversent le comté de Kent, et publiait même en 1730 une carte des terrains de la partie orientale de ce comté. Vers le même temps, *Strachey*, dans une suite de communications faites à la société royale de Londres, décrivait la formation houillère du Somersetshire; il faisait remarquer l'inclinaison des strates carbonifères et la direction horizontale des couches ferrugineuses et du lias qui les couvre. Ces descriptions prouvent qu'il avait reconnu la succession régulière des terrains de ce territoire. Savoir, la craie, la pierre de taille ou l'oolithe de Bath, les marnes rouges, le terrain houiller, le calcaire métallifère de Mendip, etc., mais comme il n'a pas compris la cause de cette succession, il n'a pu en faire l'application à aucune vue générale.

En Allemagne, *Henckel*, habile minéralogiste et chimiste instruit, prenant pour base de sa théorie de la terre le texte de la Genèse, se livra avec trop de confiance aux écarts de son imagination ; mais il eut du moins le mérite de faire des observations exactes sur la distribution et l'arrangement des filons métalliques : son principal ouvrage, qu'il intitula pyritologie, en fournit la preuve [2]. Ainsi, selon lui, le chaos

[1] Transactions philosophiques de 1723.

[2] Pyritologia, oder kiesshistorie, als des vornehemsten minerals, nach dessen nahmen, Arten, Lagerstaetten, Ursprung, Eisen, Kupfer, unmetallischer erde, Schwefel, arsenik, silber, gold, eifachen theilgen, vitriol-und schmeltz nuetzung, aus vieler samonlung, Gruben-Befahrung, Umgang und Briefwechsel mit natur und Bergverstaendigen, vornemlich aus chymischer Untersuchung mit physikalisch-chymischen Entdeckungen nebst kupfern, wie auch einer vorrede von nutzen des Bergwerks, insonderheit der Chursächsischen. Leipzick, 1725, in-8.

dont parle Moïse n'était qu'un mélange intime des substances primitives, solides et fluides, dont la séparation n'a pu se faire sans le concours d'une force chimique. Après cette séparation, la superficie des mers dut l'emporter de beaucoup sur celle des terres; le globe a toujours été en se desséchant, effet qui se continuera jusqu'à la fin du monde; enfin, dans cette opération, les substances les plus légères restèrent à la surface de la terre, où elles servirent à la formation et à la nutrition des animaux et des végétaux, tandis que les plus pesantes produisirent les substances minérales : c'est pour cette raison que celles-ci sont plus abondantes à mesure qu'on s'enfonce dans les entrailles de la terre. Selon lui, les métaux se sont formés tard, puisque Moïse n'en parle pas; il a recours aussi à des fentes et à des crevasses par lesquelles les eaux s'enfoncèrent dans l'intérieur du globe, pour expliquer leur entière séparation des terres. Henckel attribue l'état actuel de l'écorce terrestre au déluge universel; et comme il ne voit que confusion dans la disposition de ces couches, il est tout simple qu'il en attribue la cause à cette grande catastrophe.

On voit qu'Henckel n'a point saisi, comme quelques-uns de ses devanciers, l'importance des phénomènes qu'offre la disposition régulière des différentes couches de l'enveloppe terrestre. En qualité de minéralogiste, il ne s'est appliqué qu'à l'étude des filons métalliques : il en a bien connu la direction, mais comme il attribue au déluge la formation des roches qu'ils traversent, et qu'il avoue les difficultés d'expliquer d'une manière convenable les dispositions variées qu'ils présentent, nous ne le suivrons pas dans la description qu'il en fait.

Vers le milieu du XVIII[e] siècle, les idées sur la formation de l'enveloppe terrestre commencent à devenir plus rationnelles, et font présager une ère nouvelle pour la science géologique. *Linné* ou *Linnæus,* dont le vaste génie embrassa l'étude de tous les corps, n'avait pas, sur quelques points de la Suède observés par lui, réuni un assez grand nombre de faits pour pouvoir expliquer d'une manière satisfaisante la disposition des différentes roches. La chimie n'était pas encore assez avancée pour qu'il pût même avoir des idées bien nettes sur l'origine et la formation des substances minérales. Il pensait que le globe avait été d'abord entièrement couvert d'eau; qu'il s'était desséché insensiblement, ce qui avait donné lieu à la formation des continens. Bien différent d'Henckel, qui attribuait tout au déluge, Linné dit positivement que mal-

gré toutes ses recherches il n'a pu découvrir la trace de ce grand cataclysme. Les couches qu'il avait remarquées dans les différentes masses pierreuses le confirmaient dans l'opinion qu'elles avaient été formées au sein des eaux; cependant il avait observé que les roches granitiques sont entièrement dépourvues de corps organisés, tandis que la plupart des autres roches en sont pétries. Suivant ce naturaliste célèbre, l'assise la plus profonde est composée de roches quarzeuses, quelquefois de grès ou de pierre à aiguiser : elle est le résultat d'un précipité sous forme de sable qui s'est fait au fond de l'océan. La seconde assise est schisteuse : elle a été formée par la destruction des plantes marines déposées au fond des eaux. La troisième, composée de substances calcaires et de matières animales endurcies, doit son origine aux mollusques, aux zoophytes et aux divers animaux marins, dont les dépouilles se sont déposées sur le résidu des plantes détruites. La quatrième est encore schisteuse. La cinquième est formée de roches dures, c'est-à-dire composées de parties hétérogènes réunies par un ciment. Ces deux dernières couches sont dues à un sédiment argileux ou siliceux qui s'est déposé sur les détritus des animaux marins; elles ont donné naissance à des plages sur lesquelles la mer n'a cessé de rejeter d'autres fucus détruits qui se sont réduits en terre, jusqu'à ce que le sédiment siliceux ait recouvert ceux-ci. Lorsque cette dernière assise s'est desséchée, elle a formé ces sables pulvérulens qui couvrent la surface de la terre. Lorsque les molécules de ce sable ont été réunies par un ciment, elles ont formé, au contraire, une roche solide. Cet exposé prouve que Linné n'a pris pour base de son système qu'un petit nombre de faits particuliers à quelques localités de la Suède.

Un autre savant suédois que nous ne devons point passer sous silence est le chimiste *Vallérius*, contemporain de Linné. Dans son ouvrage sur l'origine du monde [1]; il prétend que les plus petits élémens terreux et pierreux, comme les plus hautes montagnes, doivent leur origine à une eau primitive et créatrice; que les montagnes ont été formées par la *coagulation* et la *concrétion* des particules terrestres élémentaires; et que c'est pour cette raison que les substances dont elles sont composées sont tellement mêlées, qu'une roche semble se changer insensiblement en une autre

[1] Meditationes physico-chemicæ de origine mundi imprimis geogosmi ejusdem que metamorphosi. Stockh. 1779.



roche. Il attribue les vallées à l'action errosive des eaux courantes et torrentielles, et à l'action du déluge. Les courans d'eau violens ont déterminé aussi la direction des branches de montagnes, transversalement aux chaînes. Il s'attache surtout à prouver qu'avant le déluge les montagnes n'avaient pas la même hauteur au-dessus de l'horizon, que dans l'état actuel. Cette hypothèse lui rend plus facile à admettre que, pendant le déluge, les plus hautes montagnes ont été couvertes d'une masse d'eau de 15 coudées d'élévation, et lui offre moins de difficultés pour faire disparaître les eaux du déluge dans les cavités souterraines du globe.

Guettard, en 1746, exécuta le premier l'idée proposée long-temps avant par Lister, de représenter, dans des cartes géologiques, la nature des terrains. Il divisa la surface de la terre en trois grandes bandes : la *schisteuse*, qui se rapporte à peu près aux formations primitives et intermédiaires des géologistes qui le suivirent ; la *marneuse*, qui comprend généralement les calcaires secondaires ; et la *sablonneuse*, qui renferme ce qu'on a depuis appelé formation tertiaire. Les différens minéraux particuliers à chacune de ces assises étaient représentés sur ces cartes par des signes analogues à ceux qu'on employait en chimie. Malgré les défectuosités nombreuses que présentait sa division des terrains, il s'efforça d'en appliquer les principes, non-seulement à la structure d'une partie considérable de l'Europe, mais encore à celle du Canada et de l'Asie-Mineure. Les généralités qu'embrasse sa méthode ne pouvaient qu'être extrêmement superficielles et incorrectes à l'époque où il les conçut, parce que les observations étaient encore trop incomplètes ; aussi, pour avoir voulu exécuter un travail, impraticable de son temps, il n'eut point la satisfaction de le voir adopté par les autres savans : l'Académie des sciences témoigna d'une manière positive la crainte qu'elle éprouvait que des imitateurs inhabiles, en suivant sa méthode, n'accumulassent une foule d'observations incomplètes, et conséquemment inutiles pour la science. Guettard sentit probablement l'inconvénient de sa classification des terrains par bandes généralement trop étroites, puisque dans l'Atlas minéralogique de la France, qu'il publia plus tard avec le secours de Monnet, il se borna, pour ainsi dire, à indiquer les localités des différentes substances minérales. Toutefois on doit dire que ses mémoires sur les polypiers et les alcions fossiles ; que ses observations relatives à la comparaison des coquilles vivantes et fossiles, perpétueront encore long-temps la réputation de ce savant

naturaliste. Il a décrit l'Auvergne d'une manière fort incomplète, mais il est un des premiers qui ait fait remarquer l'origine volcanique de ses plateaux et de la plupart de ses montagnes; personne aussi, avant lui, n'avait étudié avec autant de soin la composition des terrains des environs de Paris.

Buffon, par la hardiesse de ses hypothèses et par l'éclat de son style, a peut-être plus contribué à attirer l'attention sur la nature et la disposition des couches de l'enveloppe terrestre, qu'il ne l'aurait fait en s'attachant à les étudier avec soin dans diverses localités. Notre planète détachée du soleil, aplatie sur les pôles, pendant sa fluidité ignée, refroidie lentement, couverte d'eau par la condensation de ses vapeurs, et se couvrant, dans son équateur, d'aspérités formées par les débris des matières solides balancées par les flots de l'Océan; les eaux disparaissant dans les cavernes intérieures pour laisser les continens à sec; la terre refroidie en 43,000 ans pour se couvrir ensuite d'animaux et de végétaux; les couches secondaires se forment ensuite; enfin les courans, les éruptions volcaniques, et plusieurs autres causes analogues formant des montagnes et creusant des vallées, sont des idées qu'il avait puisées chez quelques auteurs qui l'avaient précédé, ainsi que nous l'avons vu; mais la manière neuve dont il les exposa leur donna un nouvel intérêt et même une sorte de vraisemblance. On peut dire qu'un grand nombre d'observations confirment aujourd'hui quelques-unes de ses suppositions : telle est entre autres l'existence du feu central. Faute d'avoir étudié au sein même de la France les dépôts des diverses époques géologiques; il s'est élevé contre l'idée du soulèvement des montagnes, et a prétendu que leurs couches inclinées étaient le résultat du dépôt fait par les eaux sur une base inclinée. On doit même dire que Buffon est un des naturalistes qui ait émis l'opinion que les couches de la terre se forment encore au sein des mers de la même manière qu'elles se sont formées jadis, et qu'avec le temps les golfes deviendront des continens, les isthmes des détroits, les marais des bassins arides, et les sommets de nos montagnes des écueils dangereux. Il prétend que la quantité de substances calcaires répandues à la surface du globe est bien inférieure à ce qu'il appelle le roc vif, aux quarz, aux granites, aux ardoises, aux schistes et aux argiles, que leur fusibilité lui fait considérer comme étant de la nature du verre, et comme prouvant la fusion primitive du globe. Nous le répétons, si

les spéculations théoriques de Buffon ont peu contribué à augmenter la masse des faits scientifiques, ses écrits, faciles à lire et répandus dans toutes les classes, ont popularisé tout ce qui se rattache à l'étude de la géologie.

Needham attribue la formation des montagnes à l'action des feux souterrains ; leurs couches, dit-il, ont été visiblement soulevées et rompues, après que l'état presque fluide dans lequel elles étaient à leur origine eut fait place à un état solide. Leur parallélisme et les corps organisés dont elles sont remplies démontrent leur fluidité première et leur position horizontale avant leur soulèvement.

« Après une si grande dépense d'esprit, dit-il en parlant » des plaisanteries de Voltaire, et tant de recherches de lapart » des hommes, de quoi enfin s'agit-il ? Croira-t-on que tout » se réduit littéralement à des exfoliations et à des élevures » qui, sur un globe de 7 pieds ½ de diamètre, n'excèdent » pas une demi-ligne de hauteur[1] ? »

Il ajoute plus loin : « Si M. de Buffon veut admettre, » avec moi, une force intérieure expansive, modifiée par la » gravitation ; un *feu central* qui se répand jusqu'à la su» perficie du globe, et dont lui-même trouve partout, avec » les naturalistes modernes, les traces les plus évidentes, » pour pousser au dehors toutes les grandes chaînes de mon» tagnes ; s'il fait dériver la régularité marquée de ces chaî» nes, tant pour leurs directions que pour leurs hauteurs » respectives, de ces deux causes physiques combinées ensem» ble ; il s'approchera de si près de la cosmogonie de Moïse » et des phénomènes, que j'admettrai sans difficulté avec lui » les courans comme de vraies causes secondaires qui ont » travaillé en conséquence à nous donner en partie l'aspect » présent qui se voit sur l'extérieur de notre globe. »

L'Allemand Jean-George *Zulzer* s'est occupé aussi de recherches relatives à la théorie de la terre. Il admet l'état primitif de mollesse et de fluidité de notre planète. Les montagnes calcaires se sont consolidées sous les eaux ; mais les masses granitiques qui composent les cimes des plus hautes montagnes, ne sont pas le résultat de dépôts sous-marins. L'eau a surpassé autrefois les sommets des plus hautes montagnes ; mais toutes les chaînes n'ont pas été formées dans le même temps ni de la même manière ; et il y a eu plusieurs époques d'inondation entre lesquelles il s'est

[1] Nouvelles recherches physiques et mathématiques sur la nature et la religion. Paris, 1769.

écoulé de longs espaces de temps : la première de ces inondations s'est opérée lorsque la terre était encore dans un état de mollesse ; la seconde a eu lieu lorsque la terre était organisée et que les montagnes existaient : c'est le déluge universel. Les tremblemens de terre et d'autres causes, comme les eaux courantes, ont changé en tout ou en partie la première assiette de la terre et la forme extérieure des montagnes.

Zulzer, pour expliquer les amas souvent immenses de différentes roches brisées ou roulées, prétend que la plupart des vallées étaient autrefois des lacs très-profonds, dont les parois se sont rompues et dont les eaux ont entraîné les décombres des montagnes dans les plaines. Dans l'origine, dit-il, les grandes chaînes de montagnes formaient autant d'îles au milieu de l'océan : en Europe ces îles étaient les Pyrénées, les Alpes, les montagnes de la Bohême, de la Thrace, etc. Toutes les vallés étant occupées par des lacs, les tremblemens de terre auront pu rompre les bords de ces lacs, et les eaux entraînant avec une impétuosité prodigieuse tous les débris qui composaient leur fond ; ces matières, transportées à la mer, y ont donné naissance à de nouvelles îles qui, en se multipliant, auront rempli les intervalles des grandes chaînes de montagnes. C'est ainsi que se seront formés les continens.

En Italie, *Targioni* rassembla des faits, et distingua les montagnes *primitives* de celles qui leur succédèrent ; dans les premières il reconnut que les couches sont inclinées sous différens angles, tandis que dans les secondes elles sont presque toujours horizontales. Il n'a fait en grande partie qu'adopter les opinions de Sténon, mais il les a considérablement étendues. Il a distingué les collines de tuf ou du calcaire récent des collines d'argile, et les dépôts solides des dépôts arénacés ; mais il s'est abstenu de donner une théorie de la terre, persuadé qu'on n'avait point encore assez d'observations pour l'entreprendre. Il ne se dissimulait pas même l'impossibilité où il était d'expliquer la formation des montagnes primitives.

Quoique le chimiste français *Rouelle* n'ait publié aucun ouvrage sur les questions relatives à la géologie, il doit tenir une place dans l'histoire de cette science par l'influence qu'ont dû avoir sur son avancement les leçons qu'il donnait. Il est un des premiers qui ait divisé l'enveloppe terrestre en plusieurs formations appartenant à deux groupes qu'il désignait sous les noms d'ancienne et de nouvelle terre. Il rangeait

dans la première les masses de granite non stratifié, qui formait, selon lui, la base primitive du globe. L'académicien Desmarest, qui, dans l'Encyclopédie méthodique [1], a exposé les systèmes des principaux auteurs qui se sont occupés de questions relatives à la géographie physique, a donné un aperçu des idées de Rouelle sur la formation de l'écorce solide de notre planète. Disciple de ce chimiste, il a pu mieux que tout autre exposer les opinions de son maître. Il supposait d'abord, dit-il, que dans l'origine des choses les substances qui composaient l'ancienne terre nageaient dans un fluide ; que les parties similaires s'étaient rapprochées les unes des autres, et avaient déterminé au fond des eaux ces cristallisations immenses, qui, par des progrès insensibles, avaient formé des montagnes du premier ordre. Il considérait donc toutes les grandes masses granitiques comme des amas de cristaux groupés ensemble et réunis à la manière des sels suivant différens systèmes, d'après l'arrangement et la proportion des parties similaires. Il attribuait au peu d'abondance du fluide dans lequel la cristallisation s'était opérée, le défaut de stratification dans les granites. Il comprenait dans cette théorie de la formation des masses primitives, le gneiss et les roches à base de serpentine. Après les granites, des masses argileuses, des schistes de diverses compositions, différentes roches qui paraissent avoir été recomposées, et qui s'appuient sur les montagnes primitives, donnèrent à Rouelle l'idée d'admettre entre l'ancienne et la nouvelle terre un massif qu'il considérait comme *intermédiaire*. Ce que Rouelle désignait sous le nom de *nouvelle terre*, est la réunion de diverses couches de calcaire, d'argile, de marne et de sable, disposées horizontalement, et que l'on a divisées depuis en formations secondaire et tertiaire. Dans l'ancienne terre les métaux se trouvent disposés par filons; dans la nouvelle ils sont en couches ou en nappes. Il plaçait les mines de houille, qu'il considérait comme de grands amas de végétaux, dans ce qu'il appelait le *travail intermédiaire* dont les couches sont toujours inclinées. Il avait remarqué que les empreintes de plantes des schistes houillers n'ont leurs analogues que dans des climats fort éloignés. Cette observation jointe à celle de l'immense quantité de débris d'éléphans, de rhinocéros et d'autres grands animaux dans les terrains de transport, depuis le nord de l'Asie jusqu'aux extrémités de l'Europe méridionale, lui faisaient regarder

[1] Géographie physique, tom. I.

comme très-probable un déplacement fort lent dans l'axe de la terre.

Les idées de Rouelle n'ayant eu de l'influence que sur les travaux de quelques-uns de ses disciples; *Lehmann* est considéré par les Allemands, comme étant le premier qui ait introduit dans la science la grande distinction entre les roches primitives et les roches secondaires : l'ouvrage qu'il composa sur ce sujet fut publié en 1759 [1]. Outre cette distinction, ce savant appuya ses doctrines sur un grand nombre d'observations relatives à la disposition des roches carbonifères, et de celles qui sont associées aux schistes et aux marnes cuprifères telles qu'elles se montrent dans les montagnes du Harz, et dans la chaîne de l'Erz-gebirge. On a remarqué avec raison, qu'il tomba dans une erreur que plus tard Werner lui-même n'évita point, en se figurant que par l'examen des roches de ces montagnes il pouvait raisonner en toute assurance, sur la structure de toute l'écorce du globe. Lehmann divise les montagnes en trois classes : la première qui comprend les montagnes primitives, c'est-à-dire qui ont été formées selon lui en même temps que la terre; la seconde, celles qui doivent leur origine à une révolution générale qui s'est fait sentir sur tout le globe; la troisième, celles qui sont dues à des révolutions locales. Les montagnes primitives sont formées de couches inclinées ou perpendiculaires à l'horizon qui descendent à une profondeur inconnue; formées par l'action d'un liquide, le desséchement qu'elles ont éprouvé, a produit les fentes ou crevasses qui se sont remplies de différents métaux. Les montagnes à couches, ou de la seconde classe ont, suivant Lehmann, été produites par les commotions volcaniques. Celles de la troisième ne sont dues qu'à des sédimens précipités au fond des mers.

Vers le temps où Lehmann observait les montagnes de l'Allemagne centrale, plusieurs savans anglais étudiaient avec soin le sol géologique de leur Ile. En 1760, le révérend *J. Michell*, dans un mémoire sur la cause et les phénomènes des tremblemens de terre, publié dans les Transactions philosophiques, exposa la succession régulière des masses stratifiées qui constituent l'enveloppe terrestre d'une manière plus satisfaisante et plus complète qu'on ne l'avait fait encore. Il a le premier remarqué que les couches successives des différentes roches sont placées parallèlement à la crête de la

[1] Traité de physique, d'histoire naturelle, de minéralogie et de métallurgie. Paris; 3 vol. in 12.



principale chaîne de montagnes vers laquelle elles s'élèvent. Il observa la direction générale des couches et des chaînes auxquelles elles appartiennent, et fit remarquer qu'en Angleterre, par exemple, elles courent de l'est-nord-est à l'ouest-sud-ouest. Il mesura, comme avait fait Lister, l'étendue qu'occupe la craie, et trouva que depuis l'Angleterre jusqu'en France cette roche couvre un espace d'environ cent lieues.

Son compatriote *Whitehurst*, dans ses recherches sur la formation de la terre, publiées en 1778, insista sur la succession régulière des couches, et confirma cette doctrine par un exposé exact de la structure géologique du Derbyshire dont il présenta plusieurs coupes. Il a, disent MM. Conybeare et Phillips, laissé peu à glaner à ceux qui tenteraient des recherches après lui relativement à l'histoire générale du calcaire carbonifère et de toute la formation houillère; mais une grande partie de son ouvrage est entachée de ce goût de cosmogonie qui n'a que trop séduit ses prédécesseurs.

Kier, son ami, l'imita peu de temps après avec beaucoup de succès; ce qui rend ses écrits recommandables, c'est la description du calcaire carbonifère et du basalte du sud du Straffordshire publiée dans l'histoire de ce comté par Shaw.

Vers l'année 1772, le savant chimiste suédois *Bergmann* publia une description physique du globe terrestre appartenant à un traité de cosmographie dont la partie astronomique et les descriptions de peuples et de contrées avaient été confiées à Mallet et à Insulin. La description physique de Bergmann devait nécessairement comprendre quelques théories sur la composition et la disposition des couches de l'enveloppe terrestre. Le chimiste s'y montre à la fois physicien et géologue : il y fait voir les dégradations et les changemens lents et successifs que notre globe n'a cessé d'éprouver depuis la solidification de son enveloppe. Il examine ensuite les montagnes formées de roches dépourvues de débris organiques; celles où ces débris semblent dominer et celles qui plus récentes n'offrent généralement que des couches horizontales. Les détails dans lesquels il entre relativement à la prodigieuse quantité de restes organisés que présentent les dépôts qui paraissent avoir été précipités au fond des eaux; ce qu'il dit de la direction et de la composition des filons métalliques, des sables, des argiles et des différentes roches qui composent l'écorce du globe; de l'é-

paisseur de leurs bancs; de leur inclinaison; du gisement des métaux; de la gangue des pierres précieuses et des terrains de transport qui couvrent les plaines basses et les vallées, annonce la vaste érudition de ce chimiste et la justesse de son esprit observateur.

Bergmann, comme la plupart de ceux qui l'avaient précédé dans la carrière qu'il a momentanément parcourue, attribuait l'origine de toutes les roches à une dissolution aqueuse. L'Anglais *Hutton*, au contraire, soutint que quelques-unes seulement devaient leur origine à l'action de l'eau, mais que toutes avaient été solidifiées par celle du feu. En 1785 il distribua à ses amis son mémoire manuscrit sur la Théorie de la terre, et en 1788 il le fit insérer dans les Transactions philosophiques d'Edinbourg. Ce travail eut long-temps une grande influence sur la marche de la géologie, et principalement sur les opinions des Anglais qui s'occupaient de cette science. Bien qu'il ait aujourd'hui beaucoup de détracteurs, même en Angleterre, nous allons dire un mot de sa théorie, afin de mettre ceux qui ne l'ont pas lue à portée de décider, en la comparant aux théories modernes, jusqu'à quel point on peut taxer d'extravagance la plupart de ses opinions.

Hutton prétend que ce qui se passe aujourd'hui dans le sein des mers s'est opéré de tout temps avec la plus grande régularité; que non-seulement les couches calcaires qui renferment des restes d'animaux marins ont été produits par ceux-ci, mais que celles même qui n'en renferment pas, ont la même origine. Selon lui, toutes devraient être friables : leur texture compacte, leur structure souvent spathique; en un mot, leur solidification est-elle le résultat de leur dissolution dans un liquide? C'est ce qu'il examine et ce qu'il nie. Ne retrouvant point dans l'eau le dissolvant dont il a besoin pour expliquer leur formation, il a recours à l'action du feu. Les roches siliceuses lui offrant la même difficulté, il a recours à la même cause pour en expliquer l'origine. On ne doit donc pas être étonné qu'il attribue à cette même cause la présence des silex dans la craie, et l'opération qui a changé le bois en silex et en agates. Passant à l'examen des différens métaux renfermés dans le sein de la terre, le feu est encore le seul agent auquel il a recours pour se rendre compte de leur fluidité primitive. Il n'y a pas jusqu'aux masses de sel gemme qui ne soient dues, selon lui, à l'action ignée. Hutton distingue cette action de celle que l'on appelle volcanique, il l'attribue à un feu central dont les volcans

n'offrent qu'une faible idée. Ce feu a formé une foule de roches feldspathiques et trappéennes qu'il considère comme des *laves souterraines* : ce qui les distingue des produits volcaniques, c'est que pendant leur fluidité elles ne furent point exposées à l'action de l'atmosphère, et que soumises à une pression énorme, elles durent nécessairement prendre un autre aspect que celles qui sont vomies par des cratères. Enfin c'est ce feu intérieur qui a formé nos continens, en les soulevant du sein des mers.

Nous terminerons ce que nous avons à dire sur Hutton, par une citation tirée de l'introduction à la géologie de l'Angleterre par MM. Conybeare et Phillips. Il a le mérite, disent-ils, d'avoir le premier dirigé l'attention des géologistes sur les importans phénomènes des veines métalliques qui sortent des roches granitiques, pour traverser celles qui leur sont superposées, et d'avoir fait ressortir par des aperçus neufs et pleins de lucidité, l'origine ignée des roches trappéennes. Néanmoins le peu de solidité de quelques-unes de ses vues théoriques, ne laissa pas d'atténuer l'utilité des faits nouveaux qu'il avait recueillis par l'observation. Celui qui ne verrait dans les phénomènes géologiques que le résultat de ce qui se passe encore sous nos yeux ; que la continuation des mêmes phénomènes pendant une accumulation infinie de siècles sans que l'on puisse en assigner le commencement ou en prévoir la fin, ne pourrait être considéré que comme les ayant examinés à travers le prisme d'une hypothèse arrêtée à l'avance, et dont il resterait préoccupé.

Nous venons de présenter l'analyse des principaux travaux des auteurs appartenant aux deux premières époques de l'histoire de la géologie. Nous allons voir les progrès que cette science a faits depuis *Werner.*

Ce célèbre minéralogiste allemand eut la gloire de placer l'école des mines de Freyberg au premier rang parmi toutes celles de l'Europe. Il fut le fondateur de cette branche de la géologie connue sous le nom de *géognosie*, et qui a pour but de connaître les roches, et d'apprendre par leur inspection à distinguer celles qui doivent recéler des dépôts métalliques. Il publia en 1787 le résultat de ses recherches sous le titre de *Kurze klassification;* mais depuis cette époque jusqu'à 1796 son système reçut différens accroissemens. La grande réputation dont il a joui n'est pas due à ses écrits : ils sont peu nombreux et surtout peu importans ; elle passera à la postérité à l'aide des publications de quelques-

uns de ses élèves qui ont rédigé l'analyse de ses leçons. Ce qui lui donnait un grand avantage sur ses devanciers, c'était le tact avec lequel il déterminait les caractères minéralogiques des roches. Il fixa les limites dans lesquelles doivent être renfermés les terrains granitiques, qu'il appela *primitifs* ou à filons. Les dépôt à couches remplies de débris organiques, formant des terrains moins anciens que les précédens, reçurent de lui le nom de *secondaires* ou de terrains à couches. Mais ces divisions, dont il n'était point l'inventeur, étaient à peine adoptées, que les mineurs du Harz observèrent des dépôts qui différaient de ces deux espèces de terrains, et qui formés de débris de diverses roches préexistantes, dont quelques-unes renfermaient des restes de corps organisés, étaient évidemment moins anciens que les terrains primitifs, et inférieurs aux terrains secondaires : on les appella *intermédiaires* ou de *transition*. Werner suivit avec soin la succession de ces différens terrains qu'il avait tant d'occasions d'étudier dans la partie de l'Allemagne qui lui était le plus connue; mais il eut le tort de croire que les montagnes du Harz offraient le type de toutes celles de la terre : de là les erreurs inévitables qui se glissèrent dans sa théorie, de là sans doute, l'opinion qu'il adopta sur leur origine, opinion entièrement opposée à celle de Hutton, puisqu'au lieu d'attribuer leur formation au feu, il ne voit partout que le résultat d'une dissolution aqueuse; de là enfin l'origine de ces deux armées de géologues si long-temps en guerre; les uns désignés sous le nom de *Vulcanistes*, et les autres de *Neptunistes*. Le plus grand service qu'il rendit à la science fut le talent qu'il eut de la réduire à des élémens précis, jusqu'alors irréguliers et capricieux.

Nous avons vu que Lehmann avait imaginé la distinction des terrains en plusieurs époques; Werner adopta une marche analogue; mais sa méthode se distingue par une plus grande exactitude et par des formes plus systématiques. C'est à l'énergie de ses conceptions et à l'influence qu'il eut sur ses disciples, que la géologie doit les progrès rapides qu'elle a faits depuis lui. Long-temps ses partisans restèrent servilement attachés à ses opinions; mais depuis que la science a fait de nouveaux pas, on les voit peu à peu abandonner les théories du maître pour étudier la nature avec plus d'exactitude.

Les voyages de *Saussure* dans les Alpes, ses savantes observations, ont avancé l'étude de la géologie; ses théories mêmes, empreintes de ce grandiose qu'inspirent la vue et l'étude

de ces hautes montagnes, ont servi depuis lui à établir de nouvelles théories. Après avoir long-temps cherché à deviner l'origine des Alpes, il a reconnu qu'elles avaient dû être soulevées par une cause qu'il a craint de déterminer, mais qui ne peut être attribuée qu'à l'action des feux qui règnent dans l'intérieur de la terre. La preuve sur laquelle il fonde cette opinion, dans son voyage dans les Alpes, est principalement l'inclinaison des couches; il a remarqué que celles du Cramont s'appuient sur le Mont-Blanc, disposition qu'offrent plusieurs autres montagnes de la Suisse. Selon ce savant, la mer a couvert toute la surface du globe; elle a formé d'abord les roches primitives, puis les roches secondaires par couches horizontales. Ainsi, le feu n'a pas été pour lui comme pour Hutton, le principal agent de la nature; mais le feu ou d'autres fluides élastiques renfermés dans l'intérieur du globe, ont soulevé et rompu son écorce; de là les premières montagnes et les premières vallées; les eaux en se précipitant au fond des gouffres formés par l'explosion des fluides élastiques, ont entraîné à de grandes distances les blocs énormes qui couvrent une partie de nos plaines; les poudingues de la Valorsine qui se trouvent en couches verticales, ont dû être dans l'origine déposés horizontalement; la masse entière du col de Balme a été formée de même, et relevée après sa consolidation. C'est après ces soulèvemens, après même la retraite des eaux, qu'une innombrable quantité de plantes et d'animaux ont couvert les parties de terre abandonnées par celles-ci.

Pallas, en faisant connaître la constitution physique de la Sibérie et de quelques autres parties de la Russie, ainsi que les montagnes qui séparent l'Europe de l'Asie, contribua, comme Saussure qui décrivit les Alpes, à l'avancement de la Geologie, beaucoup plus même que l'école de Freyberg ne l'avait fait en suivant servilement la route qu'avait tracée Werner. Pallas reconnaît les traces d'un feu violent dans les roches primitives; il attribue les grès, les schistes et les sables des anciennes formations, à la décomposition du granite par l'action des eaux; la mer chargée de différens principes produits par la dissolution des végétaux et des animaux, infiltra ces principes dans les couches des roches qui se déposaient sur le granite et sur les amas de pyrites, qu'il regarde comme le principal agent des premiers volcans qu'on vit éclater successivement dans les différentes parties du globe. Ces volcans si nombreux dans l'origine, mais dont le poids des siècles a presque détruit les traces, mirent en

fusion les matières des couches solidifiées qu'ils bouleversèrent. Ils donnèrent naissance aux premières montagnes schisteuses, ainsi qu'aux montagnes calcaires qui ne renferment aucuns débris organiques. Ce fut alors que se formèrent ces cavernes, ces fentes, dirigées dans différens sens et qui se tapissèrent de tous les métaux que nous y exploitons. Ces phénomènes dus à l'action des feux souterrains se sont continués jusq es dans les premiers âges de notre planète ; ce sont eux qui ont probablement soulevé les énormes Alpes calcaires de l'Europe. Les détritus formés par la décomposition des roches anciennes et par la destruction des êtres organisés, ont dû resserrer les mers dans de plus étroites limites ; mais la diminution des mers aurait demandé des millions d'années pour mettre à sec les couches horizontales qui se sont formées dans leur sein ; il a probablement fallu, pour aider leur écoulement, des cavernes assez vastes pour en engloutir une partie et en abaisser le niveau au point où il est depuis long-temps. Enfin, selon ce naturaliste, la mer ne dut jamais couvrir les plateaux à plus de cent toises au-dessus de son niveau actuel ; toutes les Alpes calcaires qui surpassent cette hauteur, ont certainement été élevées par l'action des éruptions souterraines.

En 1792, le savant *Dolomieu* consigna, dans le Journal de physique, ses opinions, fruits de laborieuses observations. Il admet d'abord la dissolution primitive et la précipitation de toutes les matières qui composent l'écorce du globe, dans un liquide ; la réunion de ces matières par suite d'une cristallisation confuse ; la formation des montagnes et des vallées primitives, par suite du soulèvement et des brisures de l'écorce terrestre ; la formation des vallées secondaires par d'immenses courants, qui ont produit l'affaissement des couches. Il ne fait pas remonter à une grande antiquité l'état actuel de nos continens ; mais il suppose que des marées de huit cents toises ont pu déposer les couches horizontales que nous y remarquons : « Sans prétendre, ajoute-
» t-il, nier le séjour paisible de la mer sur nos continens, je
» ne vois pas la nécessité de l'admettre, puisque je ne conçois
» pas comment un pareil séjour aurait pu influer efficace-
» ment sur l'état de dégradation dans lequel nous les trou-
» vons ; . . . . . . la nature demande au temps les moyens de
» réparer les désordres ; mais elle reçoit du mouvement la
» puissance de bouleverser. »

Dès l'année 1790, *William Smith*, le Werner de l'Angleterre, rendit par ses découvertes d'immenses services à la

géologie. Ce savant ingénieur des mines commença ses recherches dans les environs de Bath, dont il dressa des cartes et des coupes. Empressé de communiquer franchement ses observations à ceux qu'il croyait capables d'en profiter, ses exemples et ses conseils contribuèrent puissamment à augmenter le nombre des géologistes anglais; en communiquant ses cartes géologiques à ses amis, il fit naître chez quelques-uns l'idée d'en dresser de semblables; aussi vit-on dans l'intervalle de 1790 à 1800 paraître plusieurs descriptions géologiques locales, entre autres celle des comtés de Nottingam, d'York, de Derby, de Sussex, de Berks, de Bedford, de Surrey, de Gloucester, de Wilts, de Lincoln, de Durham et de Chester. Son ouvrage, long-temps préparé à l'avance, ne parut qu'en 1815 : il est accompagné de cartes et de coupes de divers comtés faites sur une plus grande échelle que ce qui avait paru précédemment dans le même genre. Ce qu'il y a de remarquable dans ces travaux, c'est que le nombre des observations exactes et importantes y est beaucoup plus considérable que celui des erreurs, d'ailleurs assez légères. Depuis les couches tertiaires inclusivement jusqu'aux roches les plus basses de la formation secondaire et même de celle qu'on appelle intermédiaire, il a représenté dans ces coupes la succession des divers terrains de l'Angleterre. On lui doit, disent MM. Conybeare et Phillips, d'avoir entrepris, le plus souvent avec succès, de fixer par des déterminations précises les divers membres si importans de cette grande série, et de les avoir suivis de l'une à l'autre extrémité de la Grande-Bretagne. Dans cette entreprise assez difficile, pour essayer les forces et établir la réputation de tout individu qui se hasarde dans une route qui n'a point encore été frayée, il a peut-être pu quelquefois laisser échapper quelques omissions, et plus rarement déterminer avec trop de précipitation l'analogie qui existe entre des couches situées à de grandes distances, et qui appartenaient réellement à différentes formations. Mais la grande masse de ses divisions n'en demeure pas moins incontestée aussi bien qu'incontestable. Adoptées généralement, elles n'ont subi d'autres changemens que ceux qu'exigeaient les nouvelles nomenclatures.

Dans le Journal de physique de 1788, et dans le Dictionnaire d'histoire naturelle, publié par Déterville, *Patrin*, qui avait beaucoup voyagé et qui avait fait plusieurs observations dans les monts Ourals, exposa ses opinions sur la formation de l'écorce terrestre. Selon lui, la surface de

notre globe était d'abord unie, mais les différens élémens de tous les corps combinés, mis en mouvement dans son sein, fermentèrent, produisirent des protubérances, qui ne sont autres que nos montagnes. Ces protubérances qui se font remarquer aussi sur les corps célestes paraissent être essentielles à leurs fonctions; ce sont des espèces d'*organes* qui, dans ces grands êtres, servent aux mêmes usages que les *trachées* dans les animaux et les végétaux. « Ce serait insulter, dit Patrin, à la sagesse de la nature que de supposer que, tandis qu'elle organise avec tant d'appareil les plus misérables insectes, elle permît que les astres eux-mêmes ne fussent que des masses de matière inerte et destituées d'organisation. » Ainsi donc Patrin, adoptant une opinion déjà ancienne parmi les rêves philosophiques, considère la terre comme un corps doué d'une sorte de vie; c'est pour cela qu'il attribue à la circulation des fluides dans ce grand corps animé les phénomènes volcaniques et la formation des filons métalliques. « Comme dans les corps les mieux organisés, dit-il, il se trouve toujours quelque partie faible où les humeurs se dépravent insensiblement et forment un point de carie, de même on voit dans l'écorce du globe terrestre se former ce qu'on appelle des filons ou des amas de matières métalliques, dont nous savons tirer parti d'une manière très-avantageuse, mais qui n'en sont pas moins aux yeux de la nature une véritable *corruption minérale* et le résultat de la *pourriture* de la roche. »

L'un des plus célèbres géologues qui aient paru à l'époque dont nous esquissons le tableau, l'un de ceux qui firent le plus d'observations et qui les publièrent dans un style clair, précis, éloquent, est *Deluc*. Ce savant eut recours à des hypothèses qui paraissent aujourd'hui fort singulières, pour expliquer les phénomènes qu'il avait étudiés. Il suppose d'abord que lorsque l'univers sortit des mains du Créateur, le soleil n'était point lumineux et que la terre était congelée. L'astre du jour devint lumineux; ses rayons échauffèrent la terre et la dégelèrent. Les eaux, produites par la fonte des glaces, pénétrèrent dans l'intérieur de notre globe et parvinrent à dissoudre les terres et autres substances congelées; celles-ci dissoutes jusqu'à une profondeur de plusieurs lieues, cristallisèrent, se précipitèrent et formèrent la couche inférieure et solide comprise sous le nom de *terrains primitifs*. Après cette première opération de la nature, les êtres organisés parurent; l'Océan se peupla et les dépouilles de ces premiers animaux s'empâtèrent dans les

nouvelles couches qui se déposèrent au fond des eaux : telle fut l'origine des *terrains secondaires*.

La fonte intérieure des glaces continuant à augmenter, il dut se faire des vides sous la croûte extérieure du globe ; après un certain temps celle-ci se trouva suspendue au-dessus de cavités immenses; plus tard les piliers naturels qui soutenaient cette croûte se sont brisés, la surface du globe s'est affaissée, et cet effet s'est produit à différentes périodes sur tous les points de l'enveloppe terrestre. Les eaux extérieures se précipitèrent alors dans ces cavernes intérieures, ce qui produisit une diminution considérable dans leur hauteur et leur superficie : Deluc suppose que cette diminution a pu être de plusieurs centaines de toises ; dans l'origine elles étaient élevées à 800 ou 900 toises au-dessus de leur niveau actuel. Dans ces affaissemens, dit-il, des portions considérables de terrains ont éprouvé un mouvement de bascule qui en précipitant dans des gouffres profonds une des branches de la bascule, ont soulevé l'autre branche à de grandes hauteurs, peut-être même à plusieurs centaines de toises : ce fut l'origine des montagnes et des vallées ; et comme il existe des montagnes d'environ 3000 toises d'élévation, il s'ensuit que le mouvement de bascule a pu élever des montagnes jusqu'à 2000 toises au-dessus du premier niveau.

Lorsque *La Méthérie* qui prouva toute la sagacité de son esprit par divers écrits sur la physique et la chimie, et par plusieurs découvertes comme minéralogiste, publia, en 1791, sa *Théorie de la terre* [1] ; il croyait le nombre des faits géologiques assez considérable et assez bien constaté, pour pouvoir en déduire une série de probabilités suffisantes pour expliquer les différens changemens que notre planète a éprouvés. Il réduit les faits et les principes sur lesquels il s'appuie, à trois classes qu'il considère comme *douteuses*, *probables et certaines* : nous ne rappellerons que les propositions qui rentrent dans les deux dernières classes, parmi lesquelles nous serons encore obligés de faire un choix.

Il admet comme certain que la terre a été ainsi que tous les globes qui peuplent l'espace dans un état de liquidité ; que l'inclinaison de son axe peut varier de quelques degrés par l'action de certaine force perturbatrice ; qu'il est probable que sa masse intérieure est composée comme sa

[1] Paris, 3 vol. in 8. Ouvrage réimprimé avec des additions en 5 volumes in-8. Paris, 1797.

surface de substances pierreuses ou métalliques, de fluides ou de liquides; que suivant les analogies sa croûte repose sur de grandes cavernes; que sa densité intérieure est à celle de l'eau comme 4 ½ à 1, tandis que celle de sa surface est comme 3 à 1; qu'elle n'a jamais été dans un état général de conflagration; qu'il est probable que sa chaleur primitive était supérieure à celle de l'eau bouillante; qu'il est certain que son atmosphère primitive était beaucoup plus considérable qu'aujourd'hui; que probablement alors les couches inférieures ayant plus de densité devaient condenser davantage la chaleur solaire, et en augmenter l'intensité. Il admet la dissolution primitive des diverses substances minérales dans un liquide, ainsi que celle de toutes les différentes espèces d'airs; de même que les différens fluides connus. Il est donc nécessairement porté à admettre comme certain, que tous ces principes se sont combinés dans le liquide primitif pour former les différentes substances minérales qu'il nomme primitives. Selon lui, les granites et les porphyres sont le résultat de la première cristallisation, et forment probablement le noyau du globe; il est probable encore, que les substances métalliques se sont réunies en filons par voie d'élection au sein des terrains primitifs, et que les filons ferrugineux s'étendent vers les pôles, le long de l'axe du globe. Il regarde comme certaine la cristallisation des gneiss dans les eaux-mères postérieurement aux granites et aux porphyres, et pense que ces gneiss renferment des filons métalliques, qui se sont cristallisés à la même époque. Il admet comme probable que le globe en se refroidissant, a déterminé des fentes considérables à sa surface; que les eaux élevées en partie dans l'atmosphère ou répandues dans d'autres parties de l'univers, ou enfin accumulées dans des cavernes intérieures, abandonnèrent le sommet des hautes montagnes, et laissèrent les continens à sec. Ce fut alors que les êtres organisés parurent; que les dépôts secondaires et tertiaires se formèrent; que les tourbes et les bois fossiles s'amoncelèrent; que la décomposition des pyrites produisit les volcans, et que la retraite des mers contribua à former différens lacs. Bientôt les terrains primitifs dégradés et sillonnés par les eaux, formèrent de nouvelles montagnes et des vallées. Les résultats de leur dégradation furent les sables, les terrains de transport et d'atterrissement que nous remarquons sur un si grand nombre de points. C'est aux eaux courantes pénétrant dans l'intérieur des montagnes secondaires qu'il attribue la présence des cavernes; mais l'effet

de certaines secousses a été l'écroulement des voûtes de ces cavernes, l'affaissement de quelques terrains et de plusieurs montagnes, et la formation de nouvelles vallées; d'autres montagnes et d'autres vallées ont encore été produites par les soulèvemens dus à l'action des feux souterrains. Il admet que plusieurs inondations ou déluges particuliers ont été produits par l'écoulement des lacs, par des vents violens qui ont soulevé les mers, par l'action des feux souterrains, et par la chute des montagnes. Enfin il regarde comme probable que les eaux de la mer n'ont point abandonné les terres pour y revenir à diverses reprises; qu'elles ont diminué, et qu'elles continueront à diminuer de plus en plus.

Faujas de Saint-Fond, ce professeur estimable, cet ami de la jeunesse qui se plaisait à accueillir ses disciples, et qui me donna des conseils et des encouragemens, a, dans un grand nombre de mémoires, et dans plusieurs ouvrages importans publiés depuis 1776 jusqu'en 1818, traité différens sujets relatifs à la géologie. Ses Recherches sur les volcans éteints du midi de la France, son Essai sur l'histoire naturelle des roches de trapp, sa Minéralogie des volcans, son Voyage dans les Iles-Britanniques, renfermant des descriptions des basaltes de l'Ecosse et des îles Hébrides; son Histoire naturelle de la montagne de Saint-Pierre, de Maëstrich, et son Essai de géologie sont des ouvrages qui méritèrent le plus favorable accueil de la part des savans. Plusieurs de ces mémoires insérés dans les deux recueils du Muséum d'histoire naturelle, sont encore dignes d'être consultés. Nous disons encore, car il est à remarquer, que depuis la mort de ce géologue, la science qu'il professait a fait de si grands progrès que celui qui aurait cessé d'étudier, depuis l'époque où la mort interrompit les cours de ce naturaliste, ne serait plus en état aujourd'hui de comprendre ces laborieux successeurs. Ses principales vues sur la science qu'il professait avec zèle et qu'il honorait par ses talens, sont en grande partie exposés dans son Essai de géologie ou Mémoire pour servir à l'histoire naturelle du globe. Après avoir fait remarquer l'énorme quantité de coquilles ou de moules de coquilles, ou d'autres corps organisés qui constituent les masses calcaires appartenant à trois époques évidentes de formation, il fait observer que plusieurs de leurs fragmens sont percés par des pholades, mollusques qui aiment à s'introduire dans des roches calcaires dures; ce qui prouve évidemment selon lui, plusieurs époques du séjour des mers dans les mêmes lieux, puisque ces roches ont dû se soli-

difier par l'abandon que les eaux en avaient fait, et qui revinrent à l'époque où ces mêmes pholades y creusèrent leur demeure. Il est un des premiers naturalistes qui ait soutenu que beaucoup de coquilles fossiles avaient leurs analogues dans les mers. Il passe ensuite en revue les différens restes d'animaux vertébrés que l'on trouve dans les dépôts calcaires ou dans les terrains de transport; mais il faut faire remarquer ici que plusieurs de ses déterminations ou de ses rapprochemens anatomiques sont loin d'être exacts : les beaux travaux de G. Cuvier n'avaient point encore suffisamment éclairé la science qui compare entre eux les débris organiques, science qui est aujourd'hui d'une si grande utilité dans les recherches géologiques.

Faujas n'admettait point ces diverses séries de formations admises par quelques-uns des géologues qui l'avaient précédé ; aussi dans ses cours s'abstenait-il d'employer ces distinctions de *primitive*, d'*intermédiaire*, de *secondaire* et de *tertiaire*, qui ont, sans contredit, servi à l'avancement de la science. Les calcaires statuaires que l'on a regardés comme primitifs, parce qu'ils sont quelquefois subordonnés à des roches de la plus ancienne époque, lui paraissaient devoir être, comme les calcaires plus récens, le résultat de la sécrétion des animaux marins. C'est en vertu de ce principe qui le portait à considérer la marche de la nature comme uniforme et sans secousse, qu'il partageait les roches calcaires en deux classes seulement : les craies et les calcaires coquillers, sans considérer que dans ces derniers il y en a qui sont évidemment antérieurs et d'autres postérieurs à la craie.

Ses observations sur les volcans éteints et brûlans et la classification de leurs produits suffiraient pour placer Faujas parmi les naturalistes qui ont contribué à faire le mieux connaître cette partie difficile de la géologie ; quoique ses travaux aient plus de 25 années de publication, ils sont encore utiles à consulter. On est seulement fâché d'y voir qu'un homme qui avait exploré les contrées les plus intéressantes de l'Europe sous le rapport de la géologie, se soit montré, dans ses théories, dans ses vues générales, préoccupé de quelques idées qui n'étaient appuyées sur aucun fait positif. Ainsi, malgré l'observation judicieuse de M. de Montlosier qui attribuait le creusement des vallées de l'Auvergne et les déchirures des plateaux volcaniques de cette contrée à l'action des eaux douces, Faujas ne voulait y voir que l'effet du déplacement subit des eaux de la mer. Il avait cependant

assez exploré nos régions volcaniques de l'Auvergne, du Vivarais et du Velay, pour reconnaître que les calcaires qui supportent les basaltes et les laves n'ont pu être formés que dans des eaux douces.

Bertrand, dans ses *Nouveaux principes de Géologie*, et dans ses *Renouvellemens périodiques des Continens*, admet l'incendie de la terre; il soutient que le granite est le résultat de l'agglutination et de la vitrification des cendres qui ont été produites par cet incendie. Mais, selon lui, notre globe n'a été en incandescence qu'après avoir nourri des animaux et des végétaux. Il attribue le bitume à l'embrasement de la terre, et l'origine de la houille au bitume qui a pénétré dans les fissures, les feuillets et les pores des schistes houillers. Du reste, il s'élève contre l'hypothèse qui admet la formation des montagnes par soulèvement; il considère l'eau comme la matière originaire de notre planète : elle y fut d'abord, dit-il, à l'état de glace. Enfin l'Océan a plusieurs fois couvert et abandonné les différentes parties du globe; c'est par son action que les vallées ont été formées.

Après avoir rappelé les travaux de Faujas, nous ne pouvous nous dispenser de dire un mot de trois de ses plus habiles contemporains : Spallanzani, Albert Fortis et Scipion Breislak.

Spallanzani, versé dans toutes les branches de l'histoire naturelle, se livra avec beaucoup d'activité aux recherches géologiques; il s'est surtout attaché à décrire les volcans et les laves. Ses expériences sur la chaleur des feux souterrains l'ont conduit à reconnaître qu'elle est à peu près égale à celle qui élèverait le thermomètre de Farenheit à 12,777 degrés. Habile à employer des expériences chimiques à l'examen des roches et des laves, il est le premier qui ait reconnu, outre plusieurs gaz, la présence de l'acide hydrochlorique dans les productions volcaniques. Il a fait connaître la formation d'un sédiment sablonneux qui se durcit au fond du détroit de Messine, et qui renferme souvent des débris organiques modernes avec des ossemens humains. Ses recherches l'ont même porté à penser qu'un jour la Sicile se réunirait de nouveau à l'un des points de ce détroit, et perdrait ainsi son nom d'île. Ce savant, professeur d'histoire naturelle à l'université de Pavie, est le premier qui ait prouvé que les feux de Barrigazzo, qui brûlent sur les Apennins dans le duché de Modène, ne sont dus qu'à la présence du gaz hydrogène. Enfin ce fut lui qui le premier examina avec at-

tention et décrivit avec exactitude les Salses des environs de Modène et de Reggio, qu'il compare peut-être improprement aux volcans boueux.

Albert Fortis est un des naturalistes qui ont le mieux fait connaître la constitution géologique du Vicentin, du Padouan, du Véronais et de diverses autres parties de l'Italie. Son mémoire sur les *Discolites* peut être considéré comme un travail important sur ces corps organisés difficiles à bien étudier. Contrairement à l'opinion de Dolomieu, il a soutenu le premier que la forme prismatique des basaltes était le résultat nécessaire du refroidissement lent de la lave basaltique. En général, ce savant a écrit avec talent sur un grand nombre de sujets, mais il n'a traité aucune des hautes questions théoriques de la géologie.

Nous terminerons cette longue revue, destinée à offrir une esquisse de l'histoire de la géologie, par quelques mots sur *Scipion Breislak*, compatriote de Fortis et de Spallanzani. Né à Rome en 1748, membre de l'Institut impérial de Milan et de plusieurs autres sociétés savantes, il termina ses jours en 1825, après avoir publié plusieurs écrits utiles sur la géologie. Son introduction à l'étude de cette science[1] peut être regardée comme le premier traité régulier qui ait été donné sur cette branche importante des sciences naturelles : mais une autre production dont l'utilité fut généralement appréciée, est *un Traité sur la structure extérieure du globe*. Ce travail, qui parut en français, est divisé en huit livres : dans le premier l'auteur examine l'hypothèse de la fluidité originaire de notre planète, et, forcé de choisir entre la fluidité ignée et la fluidité aqueuse, il se prononce pour la première ; mais il admet aussi la coopération de l'eau. Dans le livre suivant, il tire de la fluidité ignée la conséquence que le globe dut prendre une forme sphéroïdale élevée vers l'équateur ; il pense aussi que l'expansion des gaz dut produire des déchirures, des soulèvemens, des montagnes. Le livre troisième est consacré à l'exposé de la formation des roches appelées primitives. Dans les livres quatrième, cinquième et sixième, il examine tous les phénomènes dus à l'action de l'eau ; il traite de la configuration des montagnes et des vallées, des corps organisés fossiles, des changemens survenus dans le niveau des mers, et des

[1] Introduzione alla Geologia. In-8, 2 vol. Milan, 1811. Traduit en français par Bernard. In-8, Paris, 1812.

derniers dépôts formés à la surface de la terre. Enfin les livres septième et huitième sont consacrés aux volcans, aux phénomènes qui se développent dans leur sein, et aux débris qu'ils vomissent.

Nous n'ajouterons pas à ce tableau des auteurs qui se sont occupés de géologie, ceux qui écrivent encore ; l'analyse de leurs travaux serait une tâche délicate et difficile. Nous avons eu d'ailleurs occasion de rappeler dans le cours de cet ouvrage les principaux faits observés par différens géologistes, et, dans les théories et les opinions géogéniques que nous allons examiner, nous rappellerons encore plusieurs noms qui honorent la science.

CHAPITRE II.

De l'état du globe terrestre avant l'apparition des premiers êtres organisés.

Dans les principaux faits que nous allons examiner, et dont nous donnerons l'explication la plus probable ou la plus généralement admise, nous en trouverons qui ont déjà été proposés dans les siècles qui ont précédé le nôtre, mais qui ont acquis d'autant plus de probabilité qu'ils sont appuyés sur des faits constatés dans ces derniers temps : il ne faut donc point confondre les théories admises aujourd'hui dans la science avec les hypothèses qui ont été proposées avant qu'aucune observation exacte ne les justifiât. Toutefois, on doit bien se pénétrer de cette idée, que les hypothèses et les théories ne sont que des explications qui doivent nécessairement éprouver des modifications selon les progrès que font les sciences : elles ne deviennent des vérités que lorsqu'un grand nombre d'observations en ont prouvé l'exactitude.

La forme sphérique de la terre, son excentricité, et les dimensions respectives de ses diamètres polaire et équatorial, sont, d'après les notions que nous tirons des lois physiques et d'après les calculs des plus célèbres géomètres, exactement dans la proportion prescrite par le rapport de sa masse supposée fluide avec la vitesse connue de son mouvement de rotation. Il est donc évident que la terre a été originairement fluide, ainsi que tous les corps planétaires [1].

[1] M. *Reboul* : Essai de géologie descriptive et historique, p. 21. M. *d'Omalius-d'Halloy* : Élémens de géologie, 2e édition, p. 678.

Mais la fluidité de ces corps n'a pu être aqueuse ; il est du moins certain que les roches les plus anciennes qui composent la croûte terrestre présentent tellement les caractères d'une complète ignition, qu'on a dû avec raison abandonner l'hypothèse d'une fluidité aqueuse qui fut long-temps en crédit, jusqu'à ce que l'on eût bien étudié les produits volcaniques. Au surplus les calculs mêmes de la géométrie s'accordent pour prouver que la fluidité de la terre a dû être ignée.

« La densité des mers, inférieure à celle des terrains, dit l'illustre Laplace, est une suite de la fluidité primitive de la terre, et cette considération jointe à celle de la régularité des couches terrestres, prouvée par les expériences du pendule, indique avec une grande probabilité qu'en vertu d'une chaleur excessive, toutes les parties de la terre ont été primitivement fluides. »

La fluidité primitive du globe est d'ailleurs suffisamment prouvée par les expériences thermométriques faites sur un grand nombre de points à différentes profondeurs, dans des mines et dans des puits artésiens ; elles indiquent l'abaissement d'un degré par 20 à 30 mètres de profondeur[1] et attestent l'existence d'un feu central[2]. Pendant l'incandescence, l'atmosphère occupait un espace, une épaisseur beaucoup plus considérables qu'aujourd'hui ; dans la matière en fusion et dans l'atmosphère qui l'environnait étaient tenus en vapeurs, non-seulement les fluides élastiques de l'atmosphère actuelle, mais aussi les corps qu'on est convenu d'appeler simples et les diverses substances qui entrent dans la composition des minéraux et des roches : tels que les oxides de *silicium*, d'*aluminium*, de *potassium*, de *calcium*, de *magnésium* et de *fer*.

Ce que la physique nous apprend des lois de la chaleur, prouve qu'aussitôt que cessa la cause qui avait produit la fluidité ignée du globe, sa partie extérieure aura dû se refroidir, et qu'un des effets de cette diminution de chaleur a dû être la coagulation d'une croûte solide autour de la masse liquide, d'où résulta nécessairement un premier mode de formation de roches ignées qui, ainsi que l'a fort judicieusement fait observer M. Cordier, s'opère de haut en bas, ou de l'extérieur vers l'intérieur, et qui continuera probablement, mais

[1] La variation de la loi de cet abaissement, selon les localités, semble annoncer que la croûte terrestre n'est pas partout de la même épaisseur, ce qui se conçoit facilement.

[2] Voyez tome 1er, pag. 96 et suivantes.

avec une lenteur excessive, jusqu'à ce que l'abaissement de la température intérieure du globe se mette en équilibre avec celle que la chaleur solaire produit à la surface de la terre.

Le granite se consolidait ainsi par l'effet du refroidissement, mais il se consolidait avec tant de lenteur, que des porphyres lancés du sein de la matière en fusion, n'ont point soulevé le granite, mais se sont injectés au milieu des masses de cette roche.

Cependant par suite d'un certain degré de refroidissement, plusieurs substances se précipitèrent à la surface du globe par la condensation des matières aériformes et commencèrent à augmenter l'épaisseur de la croûte terrestre, en formant une nouvelle croûte qui dut s'épaissir alors en sens inverse des granites, c'est-à-dire de bas en haut. Il dut alors se passer des phénomènes tout particuliers, puisque les premières eaux qui se précipitaient à la surface du globe par la condensation des vapeurs atmosphériques, étaient dans un état constant d'ébullition, et se trouvaient en contact avec des substances gazeuses plus ou moins solubles. Dans ces premières eaux, un nouveau mode de formation se développa donc : il se fit des précipitations et des cristallisations chimiques par la voie humide.

Mais comme les substances en fusion qui formèrent la première croûte du globe, étaient absolument les mêmes que celles qui se trouvaient vaporisées dans la masse atmosphérique, les précipitations qui se firent du sein de l'atmosphère et celles qui eurent lieu par la voie humide durent produire des dépôts analogues dans leur composition, et qui ne formèrent pour ainsi dire qu'une masse avec ceux qui n'avaient été produits que par la voie ignée, puisque les uns et les autres furent en contact pendant qu'ils étaient encore dans un état de mollesse complet. Il dut donc en résulter aux points de contact des variétés de roches granitiques, par exemple, qui passent insensiblement des unes aux autres, et qui présentent à la fois les caractères de roches formées par précipitation et ceux de roches formées par coagulation. On conçoit encore que lorsque la croûte du globe eut acquis assez de solidité pour ne plus se mélanger avec les dépôts formés par les précipitations atmosphériques ou pour ne plus se laisser rompre par les phénomènes météoriques, les contractions résultant du refroidissement et du desséchement auront produit, suivant M. d'Omalius-d'Halloy, des fentes qui auront mis au jour des parties liquides ou molles de l'intérieur, et qui ne devaient pas

différer beaucoup de celles qui avaient formé les premières assises de l'écorce.

La grande ressemblance qui existe entre la nature chimique des roches de la formation granitique et de la formation porphyrique, ainsi que la différence de texture qui les distingue, sont en rapport avec l'origine que nous leur assignons d'après M. d'Omalius-d'Halloy; « car si le globe, dit-il, a été dans un état fluide; il est bien probable que les matières qui composaient cette masse se sont disposées jusqu'à un certain point, dans l'ordre de leurs densités, de sorte qu'il y aura eu peu de différence entre celles qui étaient voisines, ce qui explique pourquoi les dépôts porphyriques qui paraissent les plus anciens, sont précisément ceux qui ressemblent le plus aux granites, et pourquoi les produits de nos volcans actuels sont de toutes les roches plutoniennes, celles qui diffèrent le plus des granites. D'un autre côté on sent que si la matière des porphyres a été injectée dans des dépôts dont la température était déjà devenue assez basse, elle se sera refroidie plus rapidement que les matières qui se coagulaient en grandes masses, et qu'en conséquence la force de cristallisation n'aura pu s'y développer d'une manière aussi complète. »

Nous avons vu précédemment que tous les oxides métalliques se trouvaient dissous dans la masse primitive et incandescente qui composait le globe terrestre : le quarz (oxide de silicium), le mica (silicate d'alumine) et le feldspath orthose (silicate d'alumine et de potasse), formèrent d'abord le granite ainsi que nous l'avons dit; on conçoit donc qu'il se soit déposé au fond des premières eaux qui couvrirent le globe, des grès micacés et des conglomérats de gravier provenant des détritus des roches granitiques, et qu'il se soit précipité aussi des argiles qui ne sont que des silicates d'alumine combinés à une grande quantité d'eau.

Maintenant, si l'on considère quelle devait être la puissance des phénomènes chimiques dans les premières eaux qui s'accumulaient à la surface du globe, on concevra avec quelle facilité durent se former les gneiss, les micaschistes, les stéaschistes, les quarzites et toutes les roches que l'on a nommées métamorphiques, parce qu'elles ne sont que des modifications d'autres roches qui s'étaient d'abord formées. On sait, par exemple, que l'eau bouillante passe de 100 degrés à 172 par la compression de 8 atmosphères et à 265,89, par la compression de 50 atmosphères. Si l'on suppose que le tiers ou même le quart des

eaux marines étaient à l'état de vapeur lorsque les premiers granites se formaient, ce sera au fond d'une masse d'eau comprimée par le poids de 50 atmosphères et soumise à une chaleur de plus de 265 degrés, que se sera opéré le remaniement des détritus granitiques, et leur agglutination par le ciment siliceux et feldspathique qu'abandonnèrent les eaux en devenant moins chaudes[1]. Ainsi les premiers grès micacés et les argiles formèrent les gneiss, les micaschistes et les stéaschistes les plus anciens; les grès seuls consolidés par les vapeurs alcalines se changèrent en quarzites; les argiles seules ont formé les plus anciens schistes ardoisiers.

CHAPITRE III.

De l'apparition et de la succession des êtres organisés, et de la chaleur décroissante du globe, pendant les époques géologiques.

Nous n'avons pas besoin de faire observer que les animaux et les végétaux n'ont pu exister sur la terre, que lorsque la température de sa surface n'était pas assez élevée pour détruire les tissus organiques. Toutefois on peut admettre que la chaleur y était encore très-considérable, puisque les phénomènes qui caractérisent la période pendant laquelle des roches se formaient sous l'influence d'une pression de cinquante atmosphères et d'une chaleur de plus de 265 degrés, continuèrent à se développer bien qu'avec moins d'intensité : ainsi des talcschistes, des schistes argileux, des calschistes se sont formés, comme le prouvent plusieurs localités des Pyrénées et de la montagne Noire, pendant que des nautiles vivaient en abondance dans les eaux les plus anciennement rassemblées sur le globe; ainsi des dépôts d'anthracite, combustible qui doit son origine à des végétaux, se trouvent liés dans les Pyrénées à la formation des micaschistes; ainsi les schistes ardoisiers des environs d'Angers contiennent des trilobites.

Il est vrai que l'on pourrait admettre que les premiers êtres vivans ont été constitués de manière à pouvoir supporter une température qui ferait périr les animaux et les végétaux d'aujourd'hui. Il est à remarquer aussi que tous

[1] Essai de géologie descriptive et historique, par M. H. Reboul, p. 134.

les calschistes ne renferment pas de nautiles, que tous les micaschistes ne sont point accompagnés d'anthracite, et que tous les schistes ardoisiers ne contiennent pas de trilobites : on doit donc en conclure que l'action vitale ne s'est pas établie dans le même temps sur toute la surface de la terre, et qu'elle ne s'est développée que dans les lieux qui devaient avoir acquis une température propre aux êtres vivans, tandis que d'autres parties étaient encore douées d'une température qui ne permettait pas à ces êtres de se développer.

Cependant lorsque l'on considère que les eaux thermales de Washita aux États-Unis, de Baden en Autriche, de Gastein dans le pays de Salzbourg, et de Bataglia près de Padoue, nourrissent, malgré une température de 20, 35, 40, 50 et même 55 degrés du thermomètre de Réaumur, ou de 25, 44, 50, et 69 du thermomètre centigrade, des insectes, des mollusques, des conferves et plusieurs autres plantes [1], on est porté à croire que les premiers animaux et végétaux, qui appartiennent tous à des espèces et même à des genres qui n'existent plus, ont pu être organisés de manière à supporter une température beaucoup plus élevée qui permettait aux dépôts qui les renfermaient de se transformer en roches schisteuses, talqueuses et calcarifères.

On ne peut faire que des conjectures sur la température des eaux à l'époque où parurent les premiers corps organisés ; mais comme les faits prouvent qu'avant l'apparition de ces êtres, ils ne s'y est point déposé de calcaires, nous en trouvons l'explication dans la température que nous avons admise comme pouvant être estimée à environ 265 degrés sous une pression de 50 atmosphères, parce que cette chaleur et cette pression étaient trop fortes pour permettre la fixation de l'acide carbonique. Déjà l'on doit supposer que lorsque des dépôts de calcaire et de sidérose ou carbonate de fer se formèrent au milieu des gneiss et des micaschistes, la température n'était plus qu'à 160 degrés.

Lorsque les premiers êtres organisés parurent, c'est-à-dire lorsque se formaient depuis long-temps des calschistes, des alternances de schistes argileux et ardoisiers et de calcaires, la température de l'eau qui couvrait le globe pouvait être de 80 à 90 degrés centigrades sous une pression peu différente de celle qui s'opère aujourd'hui : c'est-à-dire que par la condensation des vapeurs, l'atmosphère ne dépassait pas de beaucoup le poids qu'elle a aujourd'hui.

[1] Voyez ce que nous disons de ces sources minérales, tom. 1er, pag. 52.

On a plusieurs fois agité la question de savoir si le règne animal et le règne végétal ont paru en même temps ou si l'un a précédé l'autre. Quelques savans ont pensé que les eaux ayant couvert toute la surface du globe, les premiers êtres organisés ont dû être les animaux aquatiques; mais nous avons déjà fait remarquer que la croûte primitive de la terre s'était consolidée en présentant des inégalités qui n'avaient jamais été entièrement couvertes d'eau; nous avons fait observer aussi que dans les schistes ardoisiers des environs d'Angers qui contiennent des trilobites, nous avions reconnu des traces de plantes marines, et que les plus anciens dépôts d'anthracite qui appartiennent à des roches intimement liées à la formation des schistes ardoisiers nous paraissent avoir pour origine l'accumulation d'un grand nombre de végétaux; nous sommes donc porté à admettre que rien ne prouve que les végétaux n'ont pas précédé les animaux marins.

Notre opinion se trouve conforme à celle de M. d'Omalius-d'Halloy dont nous allons reproduire à ce sujet les propres paroles : « Il est à remarquer aussi que l'étude des fossiles nous a montré qu'en général on trouvait dans les terrains hémilysiens presque tous les grands types d'organisation, mais seulement dans leurs formes les plus simples; or le règne végétal présentant les types les plus simples de la nature organique, il serait tout-à-fait contraire à ce que nous connaissons de sa marche de supposer que les animaux aient paru avant les végétaux. »

Une autre question importante se présente encore : c'est celle de savoir s'il y a eu plusieurs créations d'êtres organisés, qui ont été successivement anéanties pour faire place à d'autres créations, ou si les phénomènes successifs dont la terre a été le théâtre ont modifié les animaux et les végétaux primitivement créés, de manière à donner naissance à de nouveaux genres et à de nouvelles espèces.

L'ensemble de tous les corps organisés fossiles et vivans nous semble propre à présenter la solution de cette question; et selon nous, M. Buckland a parfaitement indiqué cette solution dans la proposition suivante : « L'état parfait de conservation dans lequel nous trouvons les débris animaux et végétaux de chacune des diverses formations géologiques, et le mécanisme admirable dont beaucoup de fragmens fossiles nous offrent les traces, sont des preuves en nombre infini que les créatures auxquelles ils appartiennent ont été créées dans un but d'harmonie avec la succession de condi-

tions diverses qui s'est faite à la surface de notre globe, et avec son aptitude croissante à recevoir des formes organiques de plus en plus compliquées, et qui s'avançaient vers la perfection en passant par des conditions d'existence de plus en plus élevées [1]. »

Tout semble en effet prouver, selon nous, que dès que la matière fut susceptible d'entretenir le mouvement et la vie, le grand Être qui présidait à cette organisation admirable anima partout cette matière en y répandant jusqu'à l'infini les germes propres à produire les innombrables corps organisés qui s'y sont développés et qui s'y développent encore. Mais la divine sagesse disposa ces germes de manière à ce qu'ils pussent être fécondés dans les circonstances les plus favorables à leur propre conservation, et selon l'état physique des milieux dans lesquels ils étaient destinés à vivre. Il résulte de là que tous les êtres ne se sont pas montrés à la fois sur la terre parce qu'ils ne devaient pas être tous doués des mêmes organes, parce qu'ils ne devaient pas exister tous dans les mêmes conditions. Il en résulte aussi que les premiers êtres sont très-simples dans leur organisation, et que ceux qui leur succèdent présentent des organes de plus en plus développés jusqu'à l'apparition des êtres créés les derniers, et enfin jusqu'à l'homme, considéré avec raison par les philosophes et les théologiens comme le chef-d'œuvre de la création.

On conçoit donc que les animaux qui pouvaient supporter une chaleur dont la surface du globe n'est plus douée durent se multiplier tant que dura cette chaleur; que celle-ci venant à s'abaisser, leur organisation se modifia graduellement de manière à faire naître de nouvelles espèces propres aux changemens physiques qui s'étaient opérés, et que de nouveaux germes venant à se développer produisirent des genres qui ne s'étaient point montrés précédemment. Ces changemens s'étant faits pendant des périodes de temps considérables, on peut dire qu'ils s'effectuèrent en général presque insensiblement : aussi les corps organisés fossiles ne présentent-ils des caractères tranchés qu'à de longs intervalles pendant lesquels ils servent à distinguer les grands groupes de roches que nous avons appelés *terrains*.

Si l'on objectait que dans l'état actuel des choses rien ne justifie l'hypothèse du changement successif des êtres,

[1] La Géologie et la Minéralogie dans leurs rapports avec la Théologie naturelle.

et que depuis les temps historiques les animaux montrent au contraire une stabilité de formes tout-à-fait remarquable, nous répondrions que depuis l'apparition des animaux ruminans et des premiers hommes sur la terre, on ne remarque aucun changement sensible dans leurs formes, parce que depuis cette époque les conditions vitales, et entre autres la température, n'ont éprouvé aucune modification sensible; que les seules modifications qui se sont faites, soit dans les animaux, soit dans l'homme lui-même par l'influence du climat et de la nourriture [1], prouvent suffisamment combien ont dû être considérables sur d'autres êtres les changemens produits à des époques reculées, par suite des révolutions physiques qui se sont opérées à la surface de la terre.

Si nous développons les principes que nous venons d'énoncer, nous reconnaîtrons que pendant que le terrain schisteux se formait, se montrèrent, soit à la surface de la terre, soit au sein des eaux, les premiers êtres organisés qui purent supporter une chaleur de 80 à 90 degrés; que ces êtres consistèrent en végétaux peu variés et en un nombre considérable de crustacés aujourd'hui inconnus, en zoophytes et en mollusques, et que les seuls vertébrés qui parurent à la fin de cette période sont seulement quelques rares poissons. On conçoit très-bien, nous le répétons, que l'on ne connaît ces animaux que par les dépouilles solides qu'ils ont laissées dans les différentes roches qui se formaient, et qu'il a pu se multiplier un nombre immense d'animaux mous et sans coquilles dont il ne reste aucune trace.

Après cette grande période de temps qui vit le globe se refroidir graduellement et pendant laquelle parurent une foule d'animaux d'une organisation simple, puis quelques vertébrés, il ne s'éleva du sein de l'Océan primitif que des îles qui se couvrirent de végétaux gigantesques : ce fut la période du terrain carbonifère.

L'atmosphère était saturée d'acide carbonique : c'est à cette cause jointe à la température qu'il faut probablement attribuer l'activité de la végétation, le grand accroissement des plantes, la formation de l'anthracite, la grande quantité de calcaires qui alternent avec les roches schisteuses et qui abondent dans la formation houillère, l'accumulation des végétaux qui formèrent les dépôts houillers, la conservation de ces végétaux qui se seraient rapidement décomposés, si l'air avait été aussi chargé d'oxygène qu'aujourd'hui; le

[1] Voyez tome Ier, page 172.

bitume qui a pénétré ces végétaux accumulés : enfin l'absence presque totale d'animaux destinés à respirer l'air en nature.

Pendant la période du terrain carbonifère, on comprend fort bien que la température de la croûte terrestre devait être plus élevée qu'elle ne l'est aujourd'hui, puisque cette croûte était naturellement plus chaude et moins épaisse. M. Elie de Beaumont a cherché a évaluer cette température; voici le résultat auquel il est arrivé. On sait que lorsqu'on descend daus l'intérieur de la terre la température augmente d'environ 1/30 de degré par mètre, et que l'excès de la température de la surface est de 1/32 de degré. En admettant que pendant que se formait le terrain carbonifère, l'augmentation de la température par mètre de profondeur fût de 1/3 de degré, l'excès de température de la surface ne pouvait dépasser 1/3 de degré.

Cependant cette quantité est trop peu considérable pour expliquer la différence des climats anciens avec les climats actuels : aussi M. Elie de Beaumont a-t-il recours à des effets *accessoires* qui ont dû contribuer à rendre les climats polaires moins différens du climat équatorial qu'ils ne le sont aujourd'hui.

Ces effets sont de trois ordres différens :

1° Les glaces polaires ne devaient pas exister, et leur suppression suffisait probablement à elle seule pour élever jusqu'à o° la température moyenne du pôle qui est peut-être de 25° au-dessous de o.

2° Lorsque les glaces polaires n'existaient pas, la mer devait présenter depuis la surface jusqu'au fond une température beaucoup moins inégale qu'aujourd'hui. La température de la surface ne devait jamais s'abaisser que d'une très-petite quantité au-dessous de la température de la masse.

3° Lorsque la température des lieux profonds croissait dix fois plus vite qu'aujourd'hui, les sources thermales et les jets de vapeur chaude étaient beaucoup plus fréquens. Suivant M. Elie de Beaumont, presque toutes les sources étaient nécessairement thermales, et chaque fois que le soleil s'éloignait de l'horizon des pôles, le sol devait se couvrir de brouillards qui détruisaient le rayonnement nocturne et le rayonnement hivernal. Ces brouillards tempéraient le froid des nuits et des hivers, sans rien changer à la chaleur des étés. Ils élevaient donc la température moyenne, et se joignaient à l'influence d'une mer plus chaude et plus diffi-

cile à refroidir à sa surface, pour rendre le climat plus doux, plus uniforme, plus équatorial.

Ici nous devons citer un fait important qui a attiré l'attention d'un savant botaniste. On sait que les dépôts houillers du Canada et de la baie de Baffin renferment les mêmes plantes fossiles que celles des houillères de l'Angleterre, de la France et d'autres parties de l'Europe, plantes qui sont analogues à celles qui vivent maintenant dans les régions équatoriales. La présence de ces végétaux dans des contrées polaires où tout prouve qu'ils ont vécu, a renouvelé la question de savoir si la terre n'avait pas éprouvé un changement dans l'inclinaison de l'écliptique, ou si la chaleur propre dont elle était douée lorsque ces végétaux croissaient, ne suffirait pas pour expliquer la grande analogie qu'ils présentent avec ceux des régions les plus chaudes.

M. de Candolle s'appuyant sur deux grandes lois de physiologie botanique généralement admises : l'une la permanence des espèces, quelles que soient les circonstances extérieures ; l'autre que des plantes qui se rapportent aux mêmes genres ou familles, n'ont pu vivre que sous des conditions analogues de sol, de chaleur, de lumière et d'humidité, en déduit cette conséquence : que les végétaux fossiles des houillères du Canada et de la baie de Baffin étant analogues aux plantes équatoriales, ont été soumises à des conditions analogues de chaleur et de lumière. Or, comme les géomètres et le célèbre Laplace ont reconnu que l'axe de la terre n'avait pas pu changer, il est évident que sa chaleur propre a dû tenir lieu de la différence de latitude. Mais M. de Candolle fait observer que la lumière n'est pas moins essentielle que la chaleur, et qu'il fallait à ces végétaux, lorsqu'ils vivaient, une lumière plus égale et autrement répartie qu'elle ne l'est aujourd'hui sur les régions polaires. « Peut-être, ajoute t-il, trouvera-t-on un jour que le magnétisme terrestre et une haute température du globe ont pu produire jadis une lumière inconnue maintenant ; peut-être découvrira-t-on que les aurores boréales ont été une fois beaucoup plus fréquentes et plus intenses que dans notre époque. Tout cela est hypothèses pour le moment : ce qui me paraît toujours certain, c'est que les végétaux fossiles de la baie de Baffin étaient éclairés autrement que ceux qui vivent de nos jours dans cette région [1]. »

Si nous considérons les êtres organisés du terrain schis-

[1] Bibliothèque universelle, avril 1835.

teux et ceux du terrain carbonifère comme appartenant à un grand groupe, ce que nous venons de dire se rapporte aux deux principales périodes de la première époque.

Ce ne fut qu'après que l'atmosphère eut été purgée de l'excès d'acide carbonique qu'elle contenait, que se multiplièrent les grands reptiles qui caractérisent la seconde époque [1].

[1] Dans deux chapitres de cet ouvrage nous avons parlé de l'existence de mammifères appartenant au genre Didelphe, pendant la deuxième période de la seconde époque des êtres organisés (tome 1[er], page 254), ou, pour parler d'une manière plus précise, dans le calcaire fissile que les Anglais nomment *schiste de Stonesfield*, et qui se rapporte à leur *Forest marble* (tome 2, page 143).

Ces fossiles, qui furent d'abord signalés et déterminés par M. Buckland, consistaient en deux espèces, dont l'une fut dédiée à M. C. Prevost, et appelée *Didelphis Prevostii*, tandis que l'autre fut nommée, en l'honneur de M. Buckland, *Didelphis Bucklandii*.

La mâchoire de la première espèce ressemble en effet beaucoup à celle des Sarigues; mais M. Buckland fit remarquer qu'on y voyait *dix* dents en série, nombre que ne montre aucun carnassier connu.

La mâchoire de la seconde espèce, qui a été décrite par M. Broderip, présente *quatre* incisives, *une* canine et *sept* molaires, nombre qui se rencontre en effet chez les Sarigues; mais tout en les classant dans ce genre il y remarqua des différences notables.

G. Cuvier, ayant eu sous les yeux une mâchoire d'un de ces prétendus Didelphes, reconnut qu'elle différait du *D. Bucklandii*, et la considéra comme appartenant à un Saurien: mais il ne publia rien sur cette question.

En 1835, M. Agassiz fit imprimer en Allemagne un mémoire, dans lequel il avançait que ces restes fossiles appartenaient à un Saurien, auquel il donna le nom d'*Amphigonus*.

Tout récemment, M. de Blainville étudia le système dentaire de ces fossiles et démontra, par la comparaison des mâchoires des Didelphes et de celles des Sauriens, que c'est à cette dernière classe qu'il faut rapporter les fossiles de Stonesfield. En effet, selon ce savant, le nombre des dents, leur disposition en série continue, leur couronne comprimée, la couronne comprimée tricuspide de celles qu'on nommerait les incisives et qui ont la couronne pointue, ne peuvent aucunement s'accorder avec ce qu'on observe dans les Sarigues et dans les Péramiles, où les trois ordres de dents, incisives, canines et molaires, sont parfaitement distincts et d'une forme différente. Ainsi, chez aucun Didelphe on ne trouve plus de *sept* dents molaires; chez tous, au contraire, les incisives ont la couronne élargie et non pointue; enfin les canines sont séparées des incisives et des molaires par des intervalles presque égaux.

Il résulte donc de ces observations que les fossiles de Stonesfield appartiennent à des Sauriens et non à des Didelphes, et que la singulière anomalie qui faisait remonter l'existence de quelques mammifères jusqu'à l'époque du *terrain jurassique*, n'était fondée que sur des observations qui n'avaient point été faites avec tout le soin désirable.

Mais la proportion de l'acide carbonique était encore trop considérable pour l'existence d'un grand nombre d'animaux à sang chaud qui exigent un air plus pur.

Ce fut lorsque la végétation eut absorbé une partie du carbone de l'air que des mammifères peuplèrent les différentes contrées du globe. Déjà de violens soulèvemens avaient couvert la terre d'assez d'aspérités pour que des continens se fussent élevés au-dessus des eaux resserrées dans des bassins nombreux, mais peu étendus. L'acide carbonique n'était plus abondant que dans les sources minérales, qui sortaient en plus grand nombre qu'aujourd'hui des entrailles de la terre, alimentées par l'incandescence intérieure du globe.

A cette troisième époque l'air était purgé de son excès d'acide carbonique : ce fut alors que les végétaux dicotylédons et les mammifères dominèrent sur la terre.

Ce fut probablement vers la fin de la quatrième époque que l'homme fut appelé à dominer tous les êtres, et que la terre, devenue un séjour propre à son développement et à sa propagation, devint aussi sous tous les rapports digne de sa domination.

Dans l'exposé rapide que nous avons présenté des différens systèmes imaginés pour donner une explication des révolutions physiques du globe, on a vu que plusieurs auteurs déjà anciens ont cherché à appuyer leurs propositions sur l'autorité de la Genèse. Le peu de succès de ces tentatives n'a point empêché que de nos jours des savans, d'opinions différentes, n'aient examiné si le récit de Moïse s'accorde avec les faits géologiques. Dans cette question comme dans beaucoup d'autres on est allé de part et d'autre trop loin, parce qu'on ne s'est pas placé au point de vue où se trouvait l'auteur de la Genèse qui se proposait seulement de pénétrer le peuple juif de cette vérité que tout l'univers a été disposé dans un ordre admirable; que tous les êtres animés ont été créés par la volonté divine, non point en un seul instant, mais par une succession de phénomènes en rapport avec des lois générales dont l'homme n'est point appelé à saisir tout l'ensemble. Ainsi, les uns ne trouvant dans ce livre rien qui se rapporte à la longue succession des roches qui composent l'écorce du globe, et au long séjour des mers sur presque toute sa surface, ont rejeté bien loin l'autorité du récit qui nous a été transmis par Moïse. D'autres, au contraire, s'efforçant de faire cadrer les faits géologiques avec le texte du législateur hébreu, ne se sont

point aperçus qu'ils ne s'appuyaient que sur ceux qui étaient susceptibles d'une interprétation plus ou moins probable, et qu'ils négligeaient, ou révoquaient en doute, des faits cependant bien constatés. Il est résulté de là que beaucoup de géologistes pensent que ces considérations ne sont point dignes d'un sérieux examen.

Quoi qu'il en soit, de nos jours, des esprits supérieurs ont agité ces questions, et des ecclésiastiques mêmes ont admis, comme orthodoxe, l'interprétation qui autorise à considérer les *jours* de la Génèse comme des *époques;* cette interprétation est d'ailleurs fondée sur le texte même de Moïse, dans lequel les mot *iom* signifie *époque*, *révolution*, que l'on a traduit par *jour*.

Puisqu'il est permis dans ce sens, de considérer Moïse comme le plus ancien auteur d'une sorte de théorie de la terre, il n'est pas sans intérêt selon nous, de faire remarquer que les époques que nous appelons *diorganosiques*, se présentent à peu près dans l'ordre des paroles de la Génèse.

Selon ce livre, la lumière est créée le premier jour, c'est-à-dire pendant l'époque où se formèrent les roches ignées et celles qui renfermèrent les premiers êtres organisés. Longtemps une école de philosophes jeta le ridicule sur cette sublime parole : *Dieu dit que la lumière soit, et la lumière fut*, parce qu'il est question de lumière avant la création du soleil. Mais nous venons de voir que, pour expliquer la végétation des plantes, qui, dans les régions hyperboréennes, ont donné naissance aux amas de houille, on est forcé d'admettre, outre la haute température à laquelle la terre était soumise, une lumière autre que celle du soleil. Les investigations de la science viennent donc sur ce point réhabiliter la logique du législateur hébreu.

La Genèse place la création des végétaux avant celle d'aucun animal : c'est en effet ce que nous présente la première époque où nous voyons des dépôts anthraxifères inférieurs même aux dépôts qui renferment des trilobites. Or bien qu'on ne trouve aucun végétal reconnaissable dans l'anthracite la plus ancienne, on ne peut lui refuser la même origine qu'à celle qui, moins ancienne, est accompagnée de traces évidentes d'organisation.

La création d'êtres organisés qui suit, dans la Génèse, celle des végétaux, est celle des reptiles : « *Que les eaux » produisent en abondance des reptiles qui aient vie.* » Et en effet encore, la seconde époque est celle des grands sauriens,

qui sont accompagnés de tortues, de poissons et de nombreuses espèces de mollusques : ce qui est en rapport avec ces mots : « Tous les animaux se mouvant dans les eaux. » Le texte ajoute ici les oiseaux : eh bien, nous avons vu en effet qu'on a trouvé plusieurs débris d'oiseaux dans les terrains de cette même époque.

Enfin, après ces êtres organisés, la Genèse fait paraître les mammifères terrestres, puis le bétail : c'est aussi dans la troisième époque que nous voyons arriver des genres de mammifères, à la vérité perdus aujourd'hui ; mais, immédiatement après, ces nombreux pachydermes et ruminans, tels que les éléphans, les mastodontes, les rhinocéros, les bœufs, les cerfs, les antilopes, animaux qui, en général, susceptibles d'être apprivoisés, ont pu à la rigueur être compris sous la dénomination de *bétail*.

C'est après ces animaux que paraît l'*homme*. Celui-ci, il est vrai, n'a point laissé de traces incontestables dans les dépôts qui recèlent les débris des animaux de la quatrième époque ; mais il peut avoir été contemporain de ceux qui ont vécu pendant la fin de cette époque. C'est ce que nous examinerons dans l'un des chapitres suivans.

Il résulte de ces rapprochemens un fait très-remarquable : c'est que la succession des êtres organisés telle qu'elle est rapportée en peu de mots dans le récit de Moïse, n'est point en contradiction avec les faits. Si cette partie de ce qu'il a écrit ne peut être considérée comme le résultat d'une inspiration divine, parce qu'elle n'est point strictement exacte surtout dans les détails, il y a lieu d'admirer cette force de génie qui lui fait deviner quelques-uns des faits que les recherches scientifiques devaient démontrer vingt-trois siècles plus tard.

Nous avons cherché à établir quelle pouvait être la température du globe à l'époque où parurent les premiers corps organisés ; nous ne terminerons pas ce chapitre sans résumer l'opinion de deux savans relativement au climat qui règnait sur la terre pendant que se formaient les divers étages du terrain supercrétacé.

Suivant M. Deshayes, pendant la formation des trois étages de ce terrain, la température a été constamment en s'abaissant, passant ainsi, spécialement en Europe, de la température équatoriale à celle que nous éprouvons aujourd'hui.

Pendant la période qui vit se former l'*étage supérieur*, la température, d'abord un peu plus élevée qu'elle ne l'est dans le bassin méditerranéen, est devenue semblable à celle

que nous éprouvons : dans le nord on trouve fossiles les espèces des mers du nord et dans le midi celles des mers méridionales.

Pendant la période relative à l'*étage moyen*, qui occupe un grand nombre de petits bassins répandus surtout vers le centre de l'Europe, la température était bien différente de ce qu'elle est dans les mêmes lieux. En effet, dit M. Deshayes, les espèces propres au Sénégal et à la mer de Guinée, celles qui représentent le mieux la température de cette partie de la zône équatoriale, se retrouvent à l'état fossile dans les couches dépendantes de cette seconde période, à laquelle il assigne une température de 27 à 28 degrés du thermomètre centigrade.

Enfin, pendant la période qui vit se former l'*étage supérieur*, la température de l'Europe était à peu de chose près semblable à celle que nous éprouvons. Ainsi les dépôts de cet étage que l'on connaît en Norvège, en Suède, en Danemark, à Sainte-Hospice près Nice, et dans une partie de la Sicile, contiennent à l'état fossile toutes les espèces identiques de mollusques des mers correspondantes. Les mêmes dépôts du versant méditerranéen de la France, de l'Espagne, du Piémont, de l'Italie, de la Morée et de l'Algérie, recèlent une grande partie des espèces qui vivent dans la Méditerranée, mais en contiennent aussi dont les analogues ne subsistent plus ou sont distribués en petit nombre dans les régions chaudes de l'Océan atlantique et dans les mers de l'Inde. Ces observations ont fait penser à M. Deshayes que la Méditerranée a éprouvé un faible abaissement de température, depuis que la chaîne de l'Atlas d'un côté et celle de l'Apennin de l'autre, ont pris leur relief actuel.

M. Élie de Beaumont, qui a traité la même question que M. Deshayes, n'admet point une température tout-à-fait semblable pendant les périodes de l'argile plastique et du calcaire grossier. Ce n'est point sur la nature des mollusques qu'il se fonde, mais sur celle des végétaux : ainsi il conclut des résultats obtenus par M. Ad. Brongniart que le climat de nos contrées, pendant la période qui a vu se former l'étage inférieur du terrain supercrétacé, devait ressembler beaucoup à celui de la Basse-Égypte dont la température moyenne au Caire est de 22 degrés. Il fonde son évaluation sur les considérations suivantes.

A l'époque de l'argile plastique et du calcaire grossier, les fougères arborescentes et les cycadées avaient cessé d'exister sous nos latitudes, puisqu'on n'en trouve pas de fossiles

dans ces dépôts. Pendant la même période on ne voit plus les récifs madréporiques qui, durant l'époque silurienne ou peut-être même durant l'époque carbonifère, avaient peuplé les mers jusqu'au nord de l'Amérique, par 69° 1/2 de latitude, et qui durant l'époque jurassique s'étaient étendus jusqu'à Kirkdale en Angleterre, par 54° 1/2 degrés de latitude. Un abaissement dans la température des hivers paraît à M. Elie de Beaumont la seule cause de cette triple disparition.

Mais l'argile plastique et le calcaire grossier du bassin de Paris, et même des couches formées plus récemment sur le sol de la France ou des contrées voisines, présentent de nombreux débris de palmiers, de crocodiles et de grands mammifères pachydermes. La température des hivers pendant la période du calcaire grossier était donc assez élevée pour que ces êtres organisés pussent y prospérer, et même elle a pu s'abaisser un peu sans les faire disparaître.

Ces faits comparés entre eux, nous donnent les deux limites entre lesquelles dut être comprise la température des hivers de nos contrées pendant la période qui vient d'être déterminée. Ces deux limites sont assez rapprochées l'une de l'autre, et les hivers du Caire tombent précisément entre elles. En effet, dit M. Elie de Beaumont, les palmiers et les crocodiles prospèrent en Egypte; des hippopotames et d'autres grands mammifères y vivent. D'un autre côté les fougères arborescentes et les cycadées ne s'y montrent pas, et les récifs de polypiers, qui bordent les rivages d'une grande partie de la mer Rouge, s'arrêtent au port de Tor en Arabie, à environ 2 degrés de latitude au sud du Caire.

Quant à la température des momens les plus chauds de l'année, elle est aujourd'hui presque la même dans les contrées qui ne sont pas très-rapprochées des pôles.

Il résulte de ces considérations que si la température des hivers et celle des momens les plus chauds de l'année étaient en France, à l'époque du calcaire grossier, ce qu'elle sont aujourd'hui au Caire, la température moyenne devait être la même aussi, c'est-à-dire de 22 degrés.

CHAPITRE IV.

DU REDRESSEMENT DES COUCHES DE LA CROUTE TERRESTRE ET DU SOULÈVEMENT DES MONTAGNES.

Dans l'exposé des différentes hypothèses imaginées par les auteurs anciens, nous avons mentionné celle qui attribue la dislocation des couches du globe et la formation de la plupart des montagnes à des soulèvemens; mais cette hypothèse est restée inféconde jusqu'à ce que M. Elie de Beaumont, rassemblant un grand nombre de faits qui prouvent qu'il y a eu plusieurs époques de soulèvemens, l'a élevée au rang des principales théories qui forment les bases de la géologie.

Sténon, en 1667, avait déjà reconnu que les couches de sédiment que l'on voit plus ou moins inclinées, ont dû se déposer horizontalement, et ont été redressées par une catastrophe quelconque après leur consolidation; depuis on admit, comme une vérité acquise à la science, que les couches superposées qui se trouvent en stratifications discordantes appartiennent à des époques différentes; depuis fort longtemps, les mineurs allemands admettaient comme principe de leurs travaux de recherches, la constance de direction dans les couches minérales de même nature, comme par exemple dans les couches houillères; Werner arriva par induction à cette conclusion que dans un même district de mines, tous les filons d'une même nature doivent leur origine à des fentes parallèles.

Ces faits conduisaient naturellement à généraliser cette loi, et à l'étendre à toutes les dislocations que présente l'écorce du globe; aussi M. de Buch avança-t-il que les chaînes de montagnes suivent plusieurs lignes de directions, et que les chaînes parallèles appartiennent à des soulèvemens contemporains; dans les montagnes de l'Allemagne il reconnut d'après ce principe au moins quatre systèmes différens.

Cette observation importante semblait devoir s'arrêter là, lorsque M. Elie de Beaumont fut conduit par plusieurs faits à penser que le soulèvement d'une chaîne de montagnes avait dû occasionner des ruptures dans les dépôts de sédiment qui s'étaient formés à ses pieds, et relever ces dépôts sous un angle absolument égal à celui que forment les couches dont la chaîne se compose, ce qui indique d'une

manière précise que ces montagnes se sont soulevées postérieurement à la formation des dépôts de sédiment dont il s'agit; et que si les dépôts sédimenteux qui s'appuient sur les dernières pentes de la chaîne sont en couches horizontales, elles serviront à prouver qu'elles se sont formées depuis le soulèvement de cette chaîne On conçoit d'après cela que, suivant l'âge géologique du dépôt de sédiment soulevé, il sera facile d'assigner l'âge du soulèvement de la chaîne de montagnes.

On se demandera peut-être, si les soulèvemens se sont faits d'une manière lente ou d'une manière presque instantanée; nous répondrons par une citation de M. Elie de Beaumont: « Le fait que, dans chaque système de montagnes, le redressement des couches s'arrête brusquement à tel ou tel terme de la série des couches de sédiment, et affecte avec une égale intensité toutes les couches précédentes, montre que le phénomène du redressement n'a pas été continu et progressif, mais brusque et de peu de durée [1]. »

D'après ses derniers travaux, M. Elie de Beaumont distingue *douze* systèmes de dislocations que nous allons passer rapidement en revue.

I. *Système du Westmoreland et du Hundsruck.* — Ce système appartient à la plus ancienne époque de soulèvement qui ait été signalée; l'observation en est due à M. Sedgwick, qui en a communiqué les résultats en 1831 à la Société géologique de Londres. Il a fait remarquer que dans les montagnes du Westmoreland, la moyenne direction des différens groupes de roches schisteuses est du N.-E un peu E. au S.-O. un peu O.; qu'ils viennent se perdre sous la zone carbonifère qui couvre les tranches de leurs couches; d'où il résulte qu'ils sont nécessairement en stratification discordante avec cette zone. Il conclut de ces faits que les couches des montagnes du Westmoreland ont été placées dans leur situation actuelle avant ou pendant la période de dépôt du *vieux grès rouge* (old red sandstone), par un mouvement qui n'a pas été lent et prolongé, mais *soudain*.

Suivant M. Elie de Beaumont, il est probable que le sou-

[1] Recherches sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe, présentant différens exemples de coïncidence entre le redressement des couches de certains systèmes de montagnes, et les changemens soudains qui ont produit les lignes de démarcation qu'on observe entre certains étages consécutifs des terrains de sédiment.

lèvement dont il s'agit s'est effectué avant même le dépôt des couches les plus supérieures de la formation caradocienne, c'est-à-dire, avant le calcaire de Dudley.

Au soulèvement des montagnes du Westmoreland se rapportent, dans l'opinion de M. Sedgwick, le soulèvement de la chaîne méridionale de l'Écosse, depuis Saint-Abbs-Head jusqu'au Mull de Galloway; celui de la chaîne de grauwacke de l'île de Mann; celui des crêtes schisteuses de l'île d'Anglesey, celui des principales chaînes de grauwacke du pays de Galles, enfin celui de la chaîne de Cornouailles. L'une des preuves sur lesquelles il s'appuie est le parallélisme de ces chaînes avec celles de Westmoreland.

D'après les mêmes preuves, M. Elie de Beaumont admet qu'il existe sur le continent plusieurs montagnes contemporaines de celles que nous venons d'indiquer dans la Grande-Bretagne: telles sont par exemple celles de l'Eifel, du Hundsruck, et du pays de Nassau, au pied desquelles se sont probablement déposés le terrain carbonifère de la Belgique et celui des environs de Sarrebruck; telles sont aussi les montagnes schisteuses du Harz, l'Erz-gebirge, celles du nord et du centre des Vosges, la montagne Noire entre Castres et Carcassonne, une partie des Pyrénées, plusieurs chaînes de la Corse, les montagnes des Maures (entre Toulon et Antibes), les mo. tagnes de la France centrale, d'une partie de la Bretagne, et celles de la Finlande et de la Péninsule scandinave.

II. *Système des Ballons* (Vosges) *et des collines du Bocage* (Calvados). — Les masses de syénite et de porphyre qui dans la partie du Sud-Est des Vosges forment les cimes du ballon d'Alsace et du ballon du Comté, s'alongent de l'est, 16° sud, à l'ouest, 16° nord, et ont redressé dans cette direction les couches de la formation anthraxifère. Les couches de la formation houillère de Ronchamps se sont déposées au pied de ces montagnes sur les tranches des couches redressées.

« La structure de toute la partie méridionale du massif central des Vosges, depuis Plombières jusqu'à la vallée de Massevaux, est en rapport avec celle du ballon d'Alsace et se rattache à la direction O. 16° N. à E. 16° S. Il en est de même de la partie méridionale du groupe central de la Forêt-Noire.

Le ballon d'Alsace s'élève à 789 mètres au-dessus de la ville de Giromagny, bâtie elle-même au niveau du terrain houiller, et le ballon de Guebviller, situé plus au nord-est,

s'élève à 935 mètres au-dessus du même point. Parmi les inégalités de la surface du globe dont on peut assurer que l'origine remonte à une date aussi reculée, on en pourrait encore en citer de plus considérables. »

Les schistes, les grès et les calcaires des collines du Bocage, dans le département du Calvados, qui appartiennent à la formation carbonifère, ont été soulevées par les granites (*Pl.* 24, *fig.* 1, A).

La Lozère présente une masse granitoïde à peu près alongée dans le même sens que les Vosges, et comme, suivant M. Élie de Beaumont, la direction de cette masse semble avoir déterminé celle du bassin intérieur des départemens de la Lozère et de l'Aveyron, dans lequel se sont déposés horizontalement la formation houillère, les grès bigarrés et le calcaire jurassique, on peut supposer que l'élévation de cette masse est contemporaine de celle de la syénite du ballon d'Alsace.

III. *Système du nord de l'Angleterre.* — Dans la longue chaîne de montagnes appartenant à la formation carbonifère qui s'étend depuis la latitude de Derby jusqu'aux frontières de l'Écosse, les forces soulevantes semblent s'être généralement dirigées à peu près du S. 5° E. au N. 5° O. Elles ont produit de grandes failles dont l'une forme le bord oriental de la chaîne dans le peak du Derbyshire, et se prolonge par une ligne anticlinale, ou de faîte, dans les montagnes du Yorkshire appelées *Western-moors*, tandis qu'à partir du bord occidental de la chaîne, d'énormes fractures s'étendent depuis le centre du Craven jusqu'au pied du Stainmoor, et qu'une autre fracture très-considérable passant au pied de l'escarpement occidental de chaînon du Crossfell, rencontre, sous un angle obtus près du pied du Stain-moor, la grande faille du Craven qui explique la position isolée du district des lacs.

M. Sedgwick a prouvé que toutes les fractures mentionnées ci-dessus ont été produites immédiatement avant la formation des conglomérats du nouveau grès rouge, et il a présenté les plus fortes raisons qui peuvent faire admettre qu'elles sont le résultat d'une action à la fois violente et de courte durée : en effet, on passe sans intermédiaire des masses inclinées et rompues aux conglomérats qui s'étendent sur elles horizontalement. Ce savant attribue le soulèvement des montagnes que nous venons de désigner, à l'apparition de deux roches ignées : une espèce de wake que les Anglais nomment *toadstone* et une diorite qu'ils appellent *greenstone*.

IV. *Système de la Belgique et du pays de Galles.*

— Ce système de soulèvement paraît être postérieur au dépôt du *zechstein*, et antérieur aux poudingues de Malmedy et aux conglomérats magnésiens des Mendip-Hills et des environs de Bristol, qui s'étendent horizontalement sur les tranches des couches carbonifères disloquées (*Pl.* 24, *fig.* 1, B). M. Sedgwick regarde le conglomérat magnésien de Bristol comme plus récent que le calcaire magnésien du nord de l'Angleterre, qui est parallèle au *zechstein*; et rien ne s'oppose jusqu'ici à ce qu'on assigne une date semblable aux poudingues de Malmédy; mais comme cependant le conglomérat magnésien de Bristol doit nécessairement, suivant M. Elie de Beaumont, rester parmi les assises les plus anciennes du nouveau grès rouge des Anglais, on voit que les dislocations du *quatrième* système doivent s'être accomplies immédiatement après le dépôt du *zechstein*.

M. Elie de Beaumont est porté à rattacher à la même catastrophe les dérangemens multipliés qu'ont éprouvés les couches houillères de Sarrebruck avant le dépôt du grès vosgien qui s'est étendu horizontalement sur leurs tranches, et les mouvemens moins considérables que paraît avoir éprouvés le sol des Vosges entre le dépôt du grès rouge qui n'y a rempli que le fond de quelques dépressions, et celui du grès vosgien qui s'y est élevé beaucoup plus haut et y a recouvert des espaces beaucoup plus considérables.

V. *Système du Rhin.* — Les montagnes des Vosges, de la Hardt, de la Fôret-Noire et de l'Odenwald forment deux groupes en quelque sorte symétriques, qui se terminent l'un vis-à-vis de l'autre par deux longues falaises légèrement sinueuses et parallèles au cours du Rhin qui coule entre elles depuis Bâle jusqu'à Mayence. Ces deux falaises se dirigent du N. 21° E. au S. 21° O., et les montagnes auxquelles elles appartiennent offrent, sur beaucoup de points de leur pourtour ou de leur intérieur, d'autres lignes d'escarpement parallèles aux précédens. Ces lignes se dessinent très-nettement sur une carte géologique, dès qu'on y distingue par des couleurs différentes le grès vosgien, du grès bigarré. Les escarpemens sont tous composés, ou en partie, de grès vosgien (*Pl.* 24, *fig.* 1, C); ils forment en général la tranche des plateaux, et paraissent dus à de grandes fractures, à une série de failles parallèles qui ont rompu et diversement élevé ou abaissé les différens compartimens dans lesquels elles ont divisé les couches du grès vosgien à une époque où celles-ci n'étaient encore recouvertes par aucune autre formation. L'époque de dislocation pendant laquelle elles se sont pro-

duites est conséquemment antérieure au dépôt du système du grès bigarré, du muschelkalk et des marnes irisées qui, tout autour des montagnes des deux rives du Rhin, s'étend jusqu'au pied des falaises dont nous venons de parler. « Ces formations semblent s'être déposées dans une mer dans laquelle les montagnes qui constituent le système du Rhin formaient des îles et des presqu'îles. Elles dessinent encore aujourd'hui les contours de ces anciennes terres. Le dépôt du plus ancien de ces trois groupes de couches, le grès bigarré, paraît avoir suivi sans interuption celui du grès des Vosges ; car dans les points ou les deux formations sont superposées. il y a passage de l'une à l'autre. Le mouvement qui a élevé le grès des Vosges en plateaux, dont le grès bigarré est venu ceindre la base, doit par conséquent avoir été brusque et de peu de durée. »

VI. *Système du Thuringerwald, du Böhmerwald et du Morvan.* — L'époque du soulèvement de ce système est indiquée par le dérangement des couches, des marnes irisées, du muschelkalk, du grès bigarré et de toutes les couches plus anciennes. Le terrain jurassique, au contraire, s'étend horizontalement jusqu'au pied des pentes et sur les tranches des couches redressées de ce système ; d'où il résulte, dit M. Elie de Beaumont, que le mouvement qui lui a donné naissance a dû avoir lieu entre la période du dépôt des marnes irisées et celle du grès inférieur du lias (*Pl.* 24, *fig.* 1, D). « Ce mouvement doit avoir été brusque et de peu de durée, puisque dans beaucoup de parties de l'Europe, il y a liaison entre les dernières couches de marnes irisées et les premières couches du grès du lias ; ce qui montre que la nature et la distribution des sédimens ont changé à cette époque géologique, sans que la continuité de leur dépôt ait été interrompue. »

La direction de la plupart des lignes de faîte et des vallées de ce système est O. 40° N. à E. 40° S. Il comprend dans le nord-est de l'Allemagne, le Thuringerwald, et la partie du Böhmerwald comprise entre la Bavière et la Bohême.

En France on reconnaît les traces d'un ridement général du sol dans la direction que nous venons d'indiquer ; les points où elles sont le plus remarquables sont les environs d'Avallon et d'Autun, où l'on voit les premières couches jurassiques, le lias et l'arkose qui en dépendent, embrasser des protubérances alongées dans la direction N. 40° O. à S. 40° E., et composées à la fois de roches granitiques et de couches dérangées de la formation houillère et d'une arkose

particulière contemporaine des marnes irisées. La même direction et des circonstances géologiques analogues se retrouvent, dit M. Elie de Beaumont, dans une série de montagnes et de collines serpentineuses, porphyriques, granitiques et schisteuses, qui, depuis les environs de Firmy, dans le département de l'Aveyron, se dirige vers l'île d'Ouessant, en déterminant la direction générale des côtes de la Vendée et des côtes S.-O. de la Bretagne.

VII. *Système du mont Pilas, de la Côte-d'Or et de l'Erz-gebirge.* — Entre les deux époques qui virent se former le terrain jurassique et le terrain crétacé, il y a eu sur la surface de l'Europe une variation importante et brusque dans la nature des dépôts de sédiment. « Cette variation a été considérable; car si on essaie de rétablir sur une carte les contours de la nappe d'eau dans laquelle s'est déposée la partie inférieure du terrain crétacé, on les trouve extrêmement différens de ceux de la nappe d'eau dans laquelle s'est formé le terrain jurassique. Elle a été brusque; car en beaucoup de points il y a passage de l'un des systèmes de couches à l'autre, ce qui annonce que dans ces points, la nature du dépôt et celle des habitans de la surface, ont varié sans que le dépôt des sédimens ait été suspendu. »

Cette variation subite paraît avoir coïncidé avec le soulèvement d'un ensemble de chaînons de montagnes, parmi lesquelles M. Elie de Beaumont cite la Côte-d'Or (en Bourgogne), le mont Pilas ou Pilat (en Forez), les Cévennes et les plateaux du Larzac (dans le midi de la France), et l'Erzgebirge (en Saxe) (*Pl.* 24, *fig.* 1, E). Ces chaînons font partie d'une série presque continue de protubérances qui se dirigent à peu près du N.-E. au S.-O. ou de l'E. 40° N. à l'O. 40° S., depuis les bords de l'Elbe jusqu'à ceux du canal de Languedoc et de la Dordogne, et dont la commune direction annonce une commune origine.

VIII. *Système du mont Viso.* — M. Elie de Beaumont a proposé de donner ce nom d'après une cime des Alpes françaises, qui comme toutes celles des Alpes doit sa hauteur absolue à plusieurs soulèvemens successifs, à un système de soulèvement qui s'y fait remarquer d'une manière très-prononcée, et qui s'est opéré entre l'époque du dépôt des étages inférieur et moyen du terrain crétacé comprenant l'argile wealdienne et le grès vert, et celle de l'étage supérieur, qui se compose de la craie tufacée et de la craie blanche.

« MM. Boblaye et Virlet ont signalé dans la Grèce, un

système de crêtes très-élevées qu'ils nomment *système pindique*, dont la direction est sensiblement parallèle à celle d'un arc de grand cercle qui passerait par le mont Viso en se dirigeant du N.-N.-O. au S.-S.-E., et dont les couches les plus récentes leur paraissent se rapporter au terrain crétacé inférieur. »

IX. *Système des Pyrénées*. — Ces montagnes ont pris le relief qu'elles nous présentent après l'époque du terrain crétacé, dont les couches redressées s'élèvent sur leurs flancs, quelques-unes même jusqu'à leur crête comme l'a prouvé M. Dufrénoy, et avant l'époque du terrain supercrétacé (*Pl.* 24, *fig.* 1, F).

La direction des chaînons partiels des Pyrénées, qui courent obliquement de l'O. 18° N. à l'E. 18° S., se retrouve dans une partie des accidens du sol de la Provence, qui ont en même temps cela de commun avec eux, dit M. Élie de Beaumont, que toutes celles des couches du système crétacé qui y existent y sont redressées; tandis que toutes les couches des terrains supercrétacés s'étendent transgressivement sur les tranches des premières.

« La réunion des mêmes circonstances caractérise les chaînons les plus considérables des Apennins. Les principaux accidens du sol de l'Italie centrale et méridionale, et de la Sicile se coordonnent à quatre directions principales, dont l'une, qui est celle des accidens les plus étendus, est parallèle à la direction des chaînons des Pyrénées. On la reconnaît entre Modène et Florence, dans les Morges, entre Bari et Tarente; dans un grand nombre d'autres crêtes intermédiaires, et même dans deux rangées de masses volcaniques qui courent, l'une à travers la Terre de Labour, des environs de Rome à ceux de Bénévent, et l'autre dans les îles Ponces, de Palmarola à Ischia. Ces dernières masses, bien que d'une date probablement plus moderne, semblent marquer, comme des jalons, les lignes de fracture du sol qu'elles ont traversé. »

Les montagnes de ce système sont composées en partie de couches redressées du grès vert et de la craie, tandis qu'elles sont enveloppées de couches horizontales du terrain supercrétacé.

Les mêmes caractères de direction et de composition se retrouvent dans la falaise qui, malgré des dislocations plus récentes, termine la masse des Alpes au nord de Bergame et de Vérone, et au pied de laquelle se sont déposées les couches calcaréo-trapéennes du Vicentin, contemporaines du calcaire

grossier de Paris. « Ils se retrouvent aussi dans les Alpes Juliennes, entre le pays de Venise et la Hongrie, dans une partie des montagnes de la Croatie, de la Dalmatie, de la Bosnie et dans celles de la Grèce, que MM. Boblaye et Virlet ont comprises sous le nom de système Achaïque. »

On les retrouve encore dans une partie des monts Karpathes entre la Hongrie et la Galicie; dans une partie du Harz, le long de ses escarpemens du nord-nord-est le long desquels les couches du terrain crétacé se redressent.

Enfin elles se font remarquer dans le nord de la France, par les dénudations du pays de Bray et du Bas-Boulonais, et dans le sud de l'Angleterre par les dénudations semblables des Wealds, des comtés de Surrey, de Sussex et de Kent.

X. *Système des îles de Corse et de Sardaigne.* Ce système de soulèvement paraît être de l'époque comprise entre l'étage inférieur et l'étage moyen du terrain supercrétacé. (*Pl.* 24, *fig.* 1, G). Sa direction dominante est du nord au sud : c'est celle que l'on remarque dans les îles de Corse et de Sardaigne, dont les côtes présentent des dépôts supercrétacés récens en couches horizontales.

« Il est assez curieux de remarquer que les directions du système du Pilas et de la Côte-d'Or, de celui des Pyrénées et de celui des îles de Corse et de Sardaigne, sont respectivement presque parallèles à celles du système du Westmoreland et du Hundsruck, du système des Ballons et des collines du Bocage et du système du nord de l'Angleterre. Les directions correspondantes ne diffèrent que d'un petit nombre de degrés, et les systèmes correspondans des deux séries se sont succédé dans le même ordre, ce qui conduit à l'idée d'une sorte de récurrence périodique des mêmes directions de soulèvement ou de directions très-voisines. »

XI. *Système des Alpes occidentales.* — Le vaste groupe des Alpes est le résultat du soulèvement de plusieurs systèmes indépendans les uns des autres et qui se croisent en différens sens : ainsi l'on y reconnaît, comme aux environs de *Montecchio-Maggiore*, des chaînes dirigées dans le même sens que les Pyrénées et soulevées de même avant la formation du terrain supercrétacé inférieur; dans les Alpes de la Provence et du Dauphiné, on reconnaît des chaînons qui, soulevés avant le dépôt de l'étage supérieur du terrain crétacé, appartiennent à la même époque que le mont Viso; dans les montagnes qui lient les Alpes au Jura, on reconnaît des traces du système *Sardo-corse*, soulevé avant le dépôt des mollasses, mais presque partout, dit M. Elie de

Beaumont, ces traces de dislocation, comparativement anciennes, sont sujettes à être masquées par des dislocations d'une date plus récente. Quelques-uns de ces soulèvemens se croisent sous un angle de 45 à 50 degrés : il en résulte des vallées de soulèvement plus ou moins exactement circulaires qui sont placées aux points de rencontre de dislocation de directions diverses : telles que le cirque de Louëche, dont font partie les célèbres escarpemens de la Gemmi ; celui de Derbarens couronné par les cimes neigeuses des Diablerets et surtout la grande vallée circulaire dans laquelle s'élève le Mont-Blanc, à la rencontre de deux des crêtes les plus saillantes des Alpes.

La date du soulèvement des Alpes occidentales qui comprennent le Mont-Blanc et le Mont-Rose, est déterminée facilement par le relèvement de la mollasse coquillère et des couches qui la supportent ; d'où il résulte que cet événement géologique a eu lieu après le dépôt des couches du terrain supercrétacé moyen (*Pl* 24, *fig*. 1, H). La direction suivant laquelle il s'est effectué est du N. 26° E. au S. 26° O.

La mollasse coquillère se trouve également redressée à la colline de Supergue près Turin, et au pied occidental des montagnes de la Grande-Chartreuse, près de Grenoble. Il en est de même au milieu de la Suisse, dans l'Entlibuch, et au milieu de la Provence, dans la vallée de la Durance près de Manosque, entre Volonne et le Pertuis de Mirabeau.

XII. *Système de la chaîne principale des Alpes* (*depuis le Valais jusqu'en Autriche*. — Le soulèvement de de cette partie des Alpes a relevé les dépôts de galets à lignites de la Bresse que l'on observe dans la vallée de l'Isère, du Rhône, de la Saône, de la Durance, et qui appartiennent à l'étage supérieur du terrain supercrétacé. Les dépôts du terrain clysmien, formés par des courans descendans des Alpes, ne sont nulle part affectés par les dislocations du sol, sans présenter d'autre pente que celle que les courans qui les déposaient ont dû leur faire prendre. Il en résulte donc que le soulèvement de la chaîne principale des Alpes a eu lieu, nécessairement entre l'époque des dépôts de galets à lignites et le passage des courans diluviens qui ont rayonné autour des Alpes (*Pl* 24, *fig*. 1, I).

La crête principale de ces montagnes n'a pas seule éprouvé le soulèvement dont il s'agit, les crêtes de la Sainte-Baume, de Sainte-Victoire, du Leberon, du Ventoux et de la montagne du Poet dans le midi de la France, la crête qui comprend en Suisse le mont Pilate et les deux Myten, etc., in-

diquent par leur parallélisme qu'elles ont pris naissance en même temps, et qu'elles ne sont que les différentes parties d'un même tout, d'un système de fracture opéré en un moment.

L'Italie méridionale, la Sicile, dans la grande chaîne qui borde ses côtes septentrionales, enfin les îles qui l'entourent, présentent un grand nombre d'accidens topographiques, parallèles à la direction de la chaîne principale des Alpes, et qui datent de l'époque pendant laquelle vivaient les éléphans, les hippopotames et les autres grands animaux qui ont été détruits à l'époque clysmienne.

Remarques générales.—D'après le principe constaté en Europe, que les chaînes de montagnes qui suivent des lignes parallèles sont en général contemporaines, on doit penser, jusqu'à ce que des observations directes aient prouvé le contraire, que les lignes de montagnes qui, dans les autres parties du monde, forment la continuation de celles de l'Europe ou sont parallèles à celles-ci, appartiennent à la même époque de dislocation.

On serait donc conduit à supposer, suivant M. Elie de Beaumont, que les crêtes du système des Pyrénées font partie d'un système plus étendu dont les Alléghanys aux États-Unis, et peut-être les Ghates dans l'Inde, formeraient les deux anneaux les plus éloignés, qui se lient entre eux par une série d'aspérités alongées toutes parallèles à un des grands cercles de la sphère terrestre.

Les petites chaînes de montagnes, qui en Afrique s'élèvent dans la partie septentrionale du grand désert ou du Saahhara, au sud de Tripoli et de l'Atlas, et dont quelques-unes se poursuivent même à travers cette chaîne jusqu'à la mer, ainsi que la direction de la côte septentrionale de l'Afrique entre la grande et la petite Syrte, sont exactement parallèles à la direction des Pyrénées; la direction du système pyrénéo-apennin que l'on suit en Grèce, et dont certains chaînons paraissent s'étendre jusqu'à la mer de Marmara, reparaît dans les montagnes de l'Anatolie et se retrouve dans la direction de la grande vallée de la Mésopotamie et du golfe Persique, ainsi que dans celle des chaînes qui s'élèvent immédiatement au nord-est de cette grande vallée, et qui vont se rattacher au Caucase; la direction de plusieurs chaînons de ce système de montagnes, notamment celle des chaînons qui bordent la mer Noire au nord-est de l'Abasie et de la Mingrélie, est encore la même que celle du système pyrénéo-apennin. Toutes les dislocations qui viennent d'être indi-

quées, appartiennent donc probablement, suivant M. Elie de Beaumont, à la même époque de soulèvement.

Le soulèvement des Alpes occidentales paraît aussi avoir étendu son action hors de l'Europe. « Ainsi, en tendant sur la surface d'un globe terrestre un fil qui passe par Marseille et par Zurich, on peut remarquer, dit M. Elie de Beaumont, que ce fil qui passe aussi vers le nord par l'embouchure de l'Obi, et vers le midi par l'Archipel des nouvelles Shetland du sud, se trouve à peu près parallèle à la chaîne du Kiöl, rameau le plus étendu des Alpes Scandinaves, aux chaînons principaux et aux vallées les plus remarquables de l'empire de Maroc, et même à la Cordillère littorale du Brésil, qui borde le rivage de l'Océan-Atlantique depuis le cap Roque jusqu'à Monte-Video. »

Si l'on passe au système de la chaîne principale des Alpes, on remarquera que les crêtes de ces montagnes courent parallélement à un grand cercle de la sphère terrestre, qu'on représenterait par un fil tendu depuis le centre de l'empire de Maroc jusqu'au nord de l'empire Birman. Les dépendances de ce système comprendraient donc l'Atlas, la chaîne centrale du Caucase, couronné par le pic d'Elbrouz, ainsi que l'immense groupe de montagnes qui comprend l'Himalaya, et qui borde au nord la plaine de la Perse et du Bengale.

Il est à remarquer que les soulèvemens des montagnes se sont succédé en augmentant généralement d'étendue et d'intensité : de telle sorte que les derniers soulèvemens ont produit des montagnes beaucoup plus élevées que les premiers (*Pl.* 24, *fig.* 1). On peut conclure de là que si, ce qui est très-probable, les causes qui ont produit ces phénomènes géologiques subsistent encore, et si la tranquillité dont jouit notre globe est due à leur repos plutôt qu'à leur anéantissement, d'autres montagnes plus hautes encore pourront surgir à la suite de commotions futures.

L'apparition d'une chaîne de montagnes, en produisant dans les contrées voisines des effets aussi violens que ceux que nous avons mentionnés, a pu n'influer sur des contrées très-lointaines, dit M. Elie de Beaumont, que par l'agitation qu'elle a causée dans les eaux de la mer, et par un dérangement plus ou moins grand dans leur niveau ; événement comparable à l'inondation subite et passagère, dont on retrouve l'indication, à une date presque uniforme dans les archives de tous les peuples.

« Si cet événement historique n'était autre chose que la

dernière des révolutions de la surface du globe, on serait naturellement conduit à demander quelle est la chaîne de montagnes dont l'apparition remonte à la même date, et peut-être serait-ce le cas de remarquer que le système des Andes, dont les soupiraux volcaniques sont encore généralement en activité, forme le trait le plus étendu, le plus tranché, et pour ainsi dire le moins effacé de la configuration extérieure actuelle du globe terrestre (*Pl.* 24, *fig.* 1. J). En donnant le nom de système des Andes à ce système, que je suppose être le plus récent de tous, je prends la partie pour le tout, comme je l'ai fait dans le cas des Pyrénées et des Alpes. Je veux en effet parler ici de cet énorme bourrelet montagneux qui court entre l'océan Pacifique d'une part, et les continens des deux Amériques et de l'Asie de l'autre, en suivant depuis le Chili jusqu'à l'empire des Birmans, la direction d'un demi-grand cercle de la terre, et en servant comme d'axe central à cette ligne volcanique en zig-zag, qui, suivant çà et là des fractures plus anciennes, sans s'écarter de la zone littorale, forme, ainsi que l'a remarqué M. de Buch, la limite la plus naturelle du continent de l'Asie, et peut même être considérée comme séparant la partie aujourd'hui la plus continentale du globe terrestre de sa partie la plus maritime [1]. »

Objections. Nous venons de donner un exposé des idées de M. Elie de Beaumont, sur les soulèvemens des montagnes; il est de notre devoir de présenter ici les principales objections que de savans géologistes ont faites à quelques points de sa théorie, et surtout de ses généralisations. Ainsi par exemple, on peut admettre l'importance du parallélisme des chaînes et des vallées pour des contrées limitées; mais ce principe

[1] La figure 1, qui dans la planche 24 représente différens systèmes de soulèvement, est la réduction de celle que M. Elie de Beaumont a jointe à son Mémoire publié en 1830 dans les Annales des sciences naturelles. Le résumé que nous venons de donner est l'analyse et l'extrait d'un travail qu'il a inséré en 1833 dans la traduction du Manuel géologique de M. de la Bèche. Dans le premier mémoire il n'était question que de *neuf* systèmes de soulèvement, sans compter celui des Andes; dans le second il donne *douze* époques de soulèvement, non compris celui des Andes. Il en résulte que la figure que nous reproduisons ne comprend pas le système du *Westmoreland et du Hundsruck*, celui du *nord de l'Angleterre*, ni celui du *mont Viso*. Nous n'avons pas voulu modifier la figure donnée par M. Elie de Beaumont; mais ce n'était pas essentiel, car on comprend très-bien sans figure ce qu'il dit de ces trois soulèvemens dont il n'avait pas d'abord parlé.

n'est-il pas susceptible de quelques exceptions dont les causes sont encore inconnues?

Plusieurs géologistes, anglais et notamment M. de la Bèche, ont signalé en Angleterre et en Écosse divers exemples de soulèvemens qui ont eu lieu à la même époque et qui cependant offrent des directions différentes. M. de la Bèche cite trois directions parallèles (de l'est à l'ouest) qui ont eu lieu cependant à trois époques différentes : tels sont le redressement des couches de l'île de Wight (*Pl.* 10, *fig.* 14) qui a eu lieu après le dépôt de l'argile de Londres ; le soulèvement d'une partie des grauwackes du Devonshire et des roches carbonifères des Mendip-Hills et de la partie méridionale du pays de Galles, qui s'est fait avant la formation du grès bigarré ; enfin le soulèvement de la grauwacke du sud de l'Irlande, antérieur au grès pourpré.

M. Boué a fait observer judicieusement que, si le parallélisme des chaînes devait indiquer une époque commune de soulèvement, il en résulterait que les chaînes de l'Écosse et de l'Angleterre, auraient été soulevées en même temps que les chaînes de l'Alp jurassique de l'Allemagne et que la chaîne hongroise du Bakony. Or, dit-il, les premières chaînes ont été soulevées avant le grès pourpré, puisque celui-ci recouvre quelquefois les tranches de leurs couches redressées ; l'Alp d'Allemagne est composé de couches horizontales de l'époque jurassique, et la chaîne du Bakony, de roches un peu bouleversées du terrain jurassique et crayeux.

MM. Murchison et Sedgwick ont remarqué que dans les Alpes orientales, les forces de soulèvement paraissent avoir diminué d'intensité à mesure qu'on se porte plus à l'est ; cette partie des Alpes a été soumise à plusieurs chocs et mouvemens particuliers de soulèvement.

Suivant M. Boué, il serait nécessaire de fixer quel est le degré d'inclinaison que peut affecter une couche de sédiment avant de décider qu'elle a été redressée. Ne peut il pas arriver que des dépôts sédimenteux se seront formés sur une surface ondulée qui aura donné une ou plusieurs inclinaisons à leurs couches, ce qui les fera prendre pour des couches disloquées? Ainsi les lambeaux de grès verts sur le calcaire jurassique de Ratisbonne sont horizontaux sur la cime des montagnes et inclinées sur les pentes sous des angles même assez ouverts : Y doit-on voir des effets de soulèvement, ou simplement le mode de dépôt, ou seulement des glissemens locaux?

M. Boué s'est élevé aussi, non sans quelque raison,

contre les conclusions systématiques que M. Elie de Beaumont tire du tracé des cartes relativement à la théorie des soulèvemens. On conçoit en effet, dit-il, que le soulèvement d'une portion de la croûte du globe n'a pas dû toujours avoir pour effet de produire une chaîne ou de former une proéminence de toute l'étendue soulevée. Ce soulèvement n'avait qu'à se faire dans une des cavités les plus profondes du globe; dans ce cas, il pouvait simplement combler tout-à-fait ou presque entièrement ce creux. Restait-il des vides, les alluvions postérieures on pu les remplir; ainsi les plaines peuvent présenter des indices de soulèvement comme les montagnes [1].

M. Boué fait encore remarquer que tout soulèvement a pour effet de produire isolément, ou à la fois, des redressemens, des abaissemens et des fendillemens. Il en résulte donc, selon lui, que les dislocations d'une contrée seront indiquées par différens accidens : d'abord par des chaînes présentant certaines formes, certaines particularités de gisement sur leurs pentes et certaines directions; puis des redressemens de couches, même au niveau des plaines ou de la mer, par des enfoncemens et par des fentes, c'est-à-dire, par des failles, des filons, des crevasses et des vallées. Toutefois un certain groupement de directions s'observe encore dans ces dernières traces de bouleversement.

Une objection qui nous semble encore très-fondée, de la part de M. Boué, c'est que pour distinguer les époques de soulèvement, l'observation exacte de la direction générale des systèmes de couches est plus importante que le tracé de la direction de la ligne de faîte des chaînes de montagnes.

Quant à l'opinion de M. Elie de Beaumont, que les montagnes se sont formées *d'un seul jet et pour ainsi dire d'un seul coup*, elle a peut-être besoin d'explication; et tout le monde admettra sans peine la manière dont la conçoit M. Boué. Ainsi le phénomène de soulèvemens éprouvé par le sol peut être divisé en périodes, pendant chacune desquelles il y a eu un certain nombre de mouvemens semblables, de manière qu'en disant qu'une chaîne a été produite d'un seul jet, on exprime simplement qu'il ne s'est écoulé qu'un temps peu considérable entre le commencement et la fin de ces divers mouvemens, de même qu'on

[1] Résumé des progrès de la géologie et de quelques-unes de ses principales applications pendant l'année 1832, par M. A. Boué. 1833.

désigne par un seul tremblement de terre un phénomène qui se décompose toujours en un certain nombre de secousses. Il résulte de là que plus une partie du globe a éprouvé de mouvemens semblables, plus ses montagnes sont élevées, plus ses vallées sont vastes et profondes.

Telles sont les principales objections qu'on a faites à la théorie des soulèvemens de M. Élie de Beaumont; mais ce savant n'en a pas moins le mérite de l'avoir appliquée habilement à un grand nombre de faits géologiques qui, s'ils ne sont pas tous exempts de quelques erreurs, ont du moins attiré l'attention des géologistes sur un phénomène qui est d'une grande portée en géologie. Aussi au lieu des douze systèmes auxquels il s'est arrêté dans sa dernière publication, la science en compte-t-elle aujourd'hui un nombre plus considérable; et dans le Massachussett aux États-Unis, M. Hitchcock en a signalé récemment *six* dont plusieurs ne se rapportent pas à ceux qui ont été signalés en Europe.

Du reste, on doit admettre avec M. Élie de Beaumont, que le soulèvement des montagnes n'est pas dû aux effets prolongés de l'action plutonique, mais au refroidissement séculaire, c'est-à-dire, à la diffusion lente de la chaleur primitive à laquelle notre planète doit sa forme sphéroïdale et à la disposition généralement régulière des couches terrestres du centre à la circonférence dans l'ordre de la pesanteur spécifique. Le refroidissement tend à établir sans cesse un rapport entre la capacité de l'enveloppe consolidée et le volume de la masse interne encore fluide et dont la température décroît progressivement; la diminution de capacité de la croûte du globe, en conséquence du retrait occasionné par le refroidissement graduel de la masse interne, doit produire nécessairement des rides qui ne sont autres que les dislocations et les soulèvemens auxquels sont dus les inégalités de la croûte terrestre. Les mêmes phénomènes ont affecté ou affectent probablement encore tous les corps planétaires.

CHAPITRE V.

DE L'ORIGINE DES FILONS ET DES VEINES DE SUBSTANCES MINÉRALES.

Après avoir parlé de l'origine des montagnes, il est naturel que nous disions quelques mots des causes qui ont pu produire les *filons* et les *veines* de substances minérales.

Cette question offre un rapport assez direct avec les phénomènes qui ont donné naissance aux aspérités qui couvrent le globe terrestre.

On n'a pu, jusqu'à présent, former que des hypothèses relativement à l'origine des filons; ces hypothèses se sont modifiées suivant les progrès de la science. A une époque où l'incandescence primitive du globe n'était point prouvée, où sa chaleur centrale n'était point soupçonnée, où les phénomènes ignés étaient si imparfaitement appréciés, que l'on discutait chaudement sur l'origine aqueuse ou ignée du basalte; à l'époque de Werner, enfin, on supposait que les filons étaient des fentes qui avaient été remplies de haut en bas par l'effet des eaux qui baignaient la surface de la terre. Mais cette explication ne convenait qu'à ces fentes remplies de sable, de cailloux et de grès, ou à ces filons formés de divers minéraux, dus à des infiltrations aqueuses, et qui, évidemment, n'ont pu être comblées en général que de haut en bas. Quant aux filons métalliques, on pouvait objecter comment il ne s'était pas formé à la surface du sol des dépôts analogues à ceux qui les remplissent; on pouvait objecter encore qu'un grand nombre de filons métalliques n'ont point d'ouverture extérieure.

Aujourd'hui que l'exemple des dykes ou filons de roches ignées, qui ont fait éruption de bas en haut, est par sa fréquence, un fait qui n'est plus sujet à discussion, du moins quant à leur origine, on est naturellement porté à croire que beaucoup de filons métalliques ont été remplis dans le même sens. Les filons siliceux et calcaires ont même une origine semblable : on les attribue généralement à des vapeurs aqueuses chargées de silice et d'oxide de calcium, et contenant un acide, qui se sont répandues de bas en haut dans les fentes et les gerçures de l'écorce du globe.

On s'accorde à admettre que les filons métalliques se sont remplis graduellement, mais de diverses manières : ainsi la matière injectée du centre de la terre dans les fissures de son écorce, se composait de gaz, de vapeurs, provenant de la sublimation de différens métaux, et qui ressemblaient assez aux matières sublimées qui s'échappent des volcans et de nos fourneaux de fusion. Ces vapeurs se sont condensées dans les fentes qui leur servirent de passage, de même que dans les fissures des laves refroidies et dans les cheminées de nos fourneaux, il se forme par voie de sublimation des dépôts cristallins de substances minérales. On ne peut douter que les métaux qui remplissent les fentes de la croûte

terrestre ne viennent de l'intérieur du globe, car on sait que la pesanteur spécifique de la terre est à peu près le double de celle des roches qui composent sa croûte : ce qui prouve que son intérieur renferme des matières plus pesantes et qui doivent être des métaux.

Les autres matières qui accompagnent les métaux dans les filons, sont quelquefois dues à des décompositions de substances précédemment formées, et qui, par suite des attractions électro-chimiques, forment de nouveaux composés et souvent des pseudomorphoses. Ces matières sont quelquefois le résultat de la décomposition de certaines substances au moyen de l'eau, phénomène qui se passe encore tous les jours, et d'autres fois elles ont été produites, à l'époque du remplissage des filons, par des vapeurs chaudes imprégnées de divers acides.

Enfin ce qui tend à confirmer l'origine que nous venons de donner des filons, c'est qu'ordinairement ils remplissent les fentes des roches d'origine ignée ou des roches qui ont été modifiées par le feu.

Les veines métalliques sont probablement dues à des phénomènes analogues à ceux qui ont produit les filons [1].

CHAPITRE VI.

De l'origine de la houille et des couches qu'elle forme.

Personne ne doute que la houille ne doive son origine à des végétaux décomposés : ses rapports avec le charbon végétal, avec certaines variétés de tourbe, et surtout avec certains lignites qui présentent des passages évidens du bois fossile au jayet le plus compacte, l'abondance d'ailleurs des végétaux qui l'accompagnent prouvent clairement qu'elle a été formée de débris de végétaux. La texture des diverses espèces de houille, examinées par M. Hutton, lui a présenté des indices de différentes réticulations et cellulosités du tissu végétal, et l'a conduit à penser que ces diverses espèces ont été produites par des plantes différentes : ainsi, selon lui, les stigmaires ont le plus généralement contribué à la production de la houille ; et après ceux-ci ce sont les calamites, les fougères, les lépidodendrons, les sigillaires, et les

1 Voyez pour la forme des filons des veines, etc., tom. 1er pag. 288.

végétaux dycotyledons, que M. Ad. Brongniart range parmi les gymnospermes qui ont formé ce combustible minéral.

Mais si l'on est d'accord sur l'origine végétale de la houille, on ne l'est pas aussi complétement sur son mode de formation : quelques savans ont prétendu qu'elle avait été formée, comme nos tourbes, sur la place même où croissaient les végétaux ; d'autres ont pensé que ceux-ci, au contraire, avaient été réduits en bouillie et transportés par les eaux ; d'autres enfin ont admis que les dépôts houillers ont été formés à la manière de certaines tourbes, dans des îles exposées à des inondations qui déposaient au-dessus des amas de végétaux, des couches de schistes et de psammites.

La première de ces opinions ne peut plus être admise lorsque l'on considère la position particulière des houillères et la multiplicité des couches de houille ; la seconde a contre elle la présence dans les dépôts houillers de végétaux très-délicats qui ont été conservés intacts, et la position peu inclinée et quelquefois même verticale de certains grands végétaux. La troisième, qui a été proposée par M. Ad. Brongniart, est la plus probable, mais elle le devient davantage en y faisant quelques modifications.

Ainsi l'on peut admettre que les houillères sont dues à des dépôts successifs de végétaux qui ont été charriés par des rivières dans des golfes, dans des détroits ou dans des lagunes qui servaient d'embouchures à ces cours d'eau. Le charriage de grandes masses de végétaux que font de nos jours certains fleuves de l'Amérique, en les accumulant dans des golfes de l'Océan atlantique, nous donne l'idée de ce qui dut se faire pendant la formation houillère. Ces fleuves entraînent souvent des arbres entiers avec la terre qui les soutenait, et les déposent à leur embouchure dans une position peu inclinée ou presque verticale. C'est ce que font journellement aussi les torrens : observation d'autant plus nécessaire que si l'on nous objectait qu'à l'époque de la formation houillère, les continens ou les îles ne présentaient pas une assez grande étendue pour que le sol fût sillonné par des cours d'eau comparables aux fleuves d'aujourd'hui, nous répondrions que de petites rivières torrentueuses, grossies à certaines époques par des pluies qui les feraient déborder, exécuteraient le charriage de végétaux de toutes les tailles dont nous parlons. Il a dû arriver aussi que de vastes portions de rivage couverts d'une riche végétation auront glissé dans la mer. Les grands végétaux, qui auront été entraînés par les cours d'eau ou qui auront glissé dans

la mer en conservant une position presque verticale, auront pu rester dans cette position pendant que des dépôts de sédiment se formaient : ce qui suffit pour expliquer pourquoi l'on trouve dans certaines houillères de grands végétaux ainsi placés traversant une série nombreuse de petites couches de différentes natures.

On a observé que, dans des bassins bien circonscrits, les couches de sédiment qui accompagnent la houille sont dépourvues d'animaux marins ; mais ce fait peut s'expliquer par ce qui vient d'être dit plus haut : en effet, comme l'a fort bien remarqué M. Boué, sur les plages marines qui ont reçu, par des glissemens et par des charriages, une grande quantité de matières arénacées et végétales, il a dû se former une grande épaisseur de couches presque sans traces d'êtres marins, parce que ceux-ci ne pouvaient vivre dans une eau tout-à-fait trouble ; ils ont donc dû s'éloigner. Plusieurs ont pu revenir plus tard, où ils ont péri et ont été ensevelis en partie dans les sédimens.

Du reste on doit faire observer encore qu'à l'époque houillère les plages marines étaient fréquemment exposées à des immersions et à des émersions : les marées devaient être plus fortes que de nos jours ; les lagunes étaient exposées à de fréquentes irruptions d'eaux marines. Ces faits expliquent la formation de couches minces pétries de coquilles du genre *Unio*, et dans certaines localités le mélange de ces coquilles avec des animaux marins.

Les diverses variétés de houilles qui ont été analysées présentent 65, 74 et au delà même de 75 pour 100 de carbone 6, 10 et jusqu'à 16 pour 100 d'azote, avec des quantités variables d'hydrogène et d'oxygène. Cette grande proportion de carbone confirme l'origine végétale de la houille. M. le docteur Reichenbach a même demontré que certaines houilles contiennent de l'huile de pétrole, qui n'est selon lui qu'une huile de térébenthine provenant de conifères ; dans plusieurs variétés de houille, le pétrole est disséminé dans des tubulures imperceptibles. Il est vrai que les conifères ne se trouvent qu'en petite quantité dans les houillères, tandis que les fougères et d'autres végétaux y abondent ; mais le pétrole ne peut-il venir que des conifères, et les houilles ne peuvent-elles pas avoir été imprégnées de pétrole pendant leur formation et par des causes que nous ne connaissons pas encore ? La présence de l'azote paraît au premier abord plus difficile à expliquer que celle du pétrole, puisque les végétaux ne contiennent pas

d'azote, tandis qu'il est abondant parmi les matières animales; mais elle s'explique naturellement par la décomposition des animaux aquatiques qui vivaient au sein des eaux qui ont accumulé, sur certaines plages, les amas de végétaux; c'est donc à ces animaux qu'il faut attribuer la principale cause de la présence de l'azote dans la houille.

On doit conclure de ce que nous venons de dire que la houille est le résidu chimique d'amas de tiges végétales et de feuilles, mêlées d'une quantité plus ou moins considérable de débris d'animaux. Ces amas ont éprouvé une décomposition particulière, produite sans doute par une forte pression, et à laquelle la température des eaux n'était point étrangère.

L'inclinaison et les plis anguleux et parfaitement parallèles que présentent les couches de houille et toutes celles de la formation houillère, sont le résultat de soulèvement, d'affaissement et de plusieurs sortes de dislocations que ces couches ont éprouvées pendant qu'elles étaient encore dans un certain état de souplesse et de mollesse qui leur a permis de se plier plusieurs fois sur elles-mêmes sans se rompre, c'est-à-dire en formant des angles un peu arrondis, ainsi que nous l'avons déjà fait observer.

CHAPITRE VII.

Du terrain clysmien et de la présence des ossemens humains au milieu des ossemens de grands pachydermes.

Les causes qui ont déterminé la formation du terrain clysmien sont loin de pouvoir être assignées d'une manière satisfaisante : parce qu'aucun des phénomènes qui se passent aujourd'hui à la surface de la terre ne nous offre la moindre analogie avec ce qui s'est passé à l'époque de cette grande catastrophe.

De là vient que les opinions sur l'origine de ce terrain ont été presque toujours disparates et souvent même bizarres. Les uns, tels que Béroldingen et plus récemment Muncke, ont prétendu que les énormes blocs erratiques dispersés çà et là dans le nord de l'Europe, ont été formés dans les places où ils se trouvent; que ce sont les restes d'une chaîne de montagne qui dans les temps les plus reculés existait au milieu de ces contrées sablonneuses;

d'autres ont pensé que ces masses de roches ont été soulevées par un phénomène volcanique ; d'autres encore ont prétendu qu'elles avaient pu être détachées d'un corps céleste ; d'autres enfin, et c'est aujourd'hui le plus grand nombre de géologistes, les considèrent comme ayant été arrachées à des montagnes plus ou moins éloignées.

M. Hausmann a examiné ces différentes opinions : la *première* est inadmissible, puisque ces blocs erratiques ne sont pas tous formés de roches de la même époque, et que d'ailleurs leurs angles arrondis annoncent un transport lointain ; leur origine volcanique ne mérite pas plus d'être réfutée que celle qui les fait venir d'une planète. Quant à l'opinion la plus probable qui les considère comme ayant été arrachés à des montagnes plus ou moins éloignées, nous avons vu qu'elle était prouvée par les traces de leur passage, par ces traînées de cailloux roulés, par ces *oses* que l'on peut suivre depuis les montagnes Scandinaves jusqu'à la mer Baltique. Pour expliquer la commotion qui les a détachés de ces chaînes septentrionales, on a prétendu y trouver la preuve d'un changement brusque dans l'axe et les pôles du globe par le choc d'une comète : mais il suffit d'opposer à cette opinion celle de *Laplace*, de *Fourrier* et de M *Arago*, dont les calculs ont complétement démontré l'impossibilité d'un tel changement.

Tous les faits relatifs aux blocs erratiques du nord de l'Europe prouvent, ainsi que nous l'avons vu et que l'a soutenu avec raison M. Hausmann, que ces roches ont été roulées dans la direction du nord-est au sud-ouest [1]. Et M. A. Boué pense que ces faits établissent d'une manière certaine que ce phénomène est le résultat d'une catastrophe violente que la partie septentrionale du globe a éprouvée dans la dernière période de son changement général.

Le savant géologiste anglais Buckland et plusieurs autres encore pensent que la cause à laquelle il faut attribuer le *diluvium* des plaines et des cavernes a été brusque, passagère et universelle ; M. Ad. Brongniart paraît disposé à croire que ce terrain de transport devrait son origine au dernier déplacement des mers, qui les aurait rassemblées dans les bassins qu'elles occupent aujourd'hui.

« Ce serait cette catastrophe, dit-il, qui aurait transporté les blocs erratiques, qui aurait sillonné les roches des col-

[1] Hausmann : *De origine saxorum, per Germaniæ septentrionalis regiones arenosas dispersorum.* (Soc. roy. de Gœttingue, 1827.)

lines et des vallées, à une hauteur supérieure à celle de toutes les eaux actuelles, qui aurait couvert les plateaux de galets, ou les aurait amoncelés en montagnes dans les plaines basses; qui aurait apporté dans certaines vallées, sur certaines plaines et plateaux des terrains sablonneux, aurifères et gemmifères, lorsque les localités produisaient ou avaient produit les roches matrices des minéraux qu'on trouve dans ces terrains meubles; c'est elle qui aurait transporté et laissé dans les vallées, les ossemens de grands mammifères, qu'on trouve enfouis dans leur sédiment; c'est cette même catastrophe qui aurait rempli les cavernes et les fissures des montagnes calcaires, ou des brèches osseuses qu'on y voit, lorsque le pays nourrissait les animaux d'où proviennent les ossemens, ou de minerais de fer pisolithique, lorsque le terrain pouvait le fournir. . . . .

« C'est elle, enfin, qui a fait périr les animaux qui couvraient une grande partie de la terre habitable et qui en a transporté les cadavres, d'une part, dans le bassin et les affluens de la mer glaciale, où ils se sont gelés et conservés, et de l'autre dans les mers tempérées et chaudes, ou ils ont été ensevelis et détruits, mais en laissant dans tous les endroits propres à les retenir, les ossemens détachés de ces animaux promptement décomposés dans ces climats [1]. »

M. Deluc neveu pense, comme M. Buckland, que le transport des blocs erratiques a dû être extrêmement subit: sans cela, dit-il, les plus gros et les plus plats auraient dû rester en arrière, et les plus petits atteindre seuls de grandes distances. Il va jusqu'à admettre que dans les Alpes, le mouvement a été tellement rapide, que les blocs ont pu passer sur la cavité occupée par le Léman, soutenus par les eaux de ce lac. Ne pourrait-on pas supposer aussi qu'à l'époque de ce transport le lac n'existait point encore?

M. Léopold de Buch s'est attaché à démontrer que, dans les Alpes, les blocs n'ont pas seulement roulé sur un plan incliné, mais qu'ils ont été dispersés à la suite d'un choc violent; qu'ils n'ont eu besoin que d'une vitesse *cinq* fois moindre que celle d'un boulet de canon, pour parcourir *dans l'eau* l'espace compris entre la pointe d'Ornex et le Jura. Il suppose en outre que le poids du bloc était encore diminué par la quantité de matières contenues dans l'eau. Enfin il ajoute que toutes les grandes vallées alpines sont une suite de fendillemens latéraux; que leur formation est

[1] Tableau des terrains qui composent l'écorce du globe, ou Essai sur la structure de la partie connue de la terre, page 122.

conséquemment contemporaine de l'élévation des chaînes; et que ce soulèvement a produit la dispersion des blocs.

On ne peut comprendre le phénomène du transport des blocs et des cailloux roulés sans l'intervention de courans d'eau considérables; mais quelle était la nature, quelle était l'origine de cette eau : c'est ce que, dans l'état de nos connaissances géologiques, il est difficile de décider. Etait-ce de l'eau douce? était-ce de l'eau de mer? venait-elle du ciel? venait-elle de l'intérieur de la terre? ou bien provenait-elle des lacs nombreux qui couvraient une foule de contrées, et qui, dans celles où se soulevèrent des chaînes de montagnes, furent élevés avec celles-ci, et se répandirent en même temps sur leurs flancs, sortis des entrailles de la terre, et entraînèrent au loin rapidement les débris arrachés à ces montagnes nouvellement formées? Cette dernière hypothèse, qui paraît une des plus simples, est aussi une des plus admissibles.

Il est vrai que plusieurs géologistes, et en particulier Deluc, ont cherché à expliquer le déplacement des eaux par des affaissemens plutôt que par des soulèvemens de terrains. Mais il est bon de rappeler ici une objection importante qui a été faite contre cette opinion [1] : c'est que, dans l'hypothèse des affaissemens, les sommets des montagnes seraient les parties de l'écorce terrestre qui auraient été le moins dérangées de leur position primitive, et seraient conséquemment celles où le sol présenterait le moins de traces de bouleversement; tandis que c'est précisément le contraire que l'on observe dans la nature.

Cependant on peut également admettre que la mer, séjournant alors sur quelques parties de nos continens aujourd'hui à sec, aura pu, par suite du soulèvement des montagnes, abandonner tout à coup ses anciens parages et se déverser dans le lit actuel de l'Océan, en entraînant et dispersant sur le sol qu'elle quittait les blocs erratiques.

La question de l'origine des blocs erratiques, et des cailloux roulés qui proviennent des Alpes, et qui s'étendent sur une partie du sol de la France, a attiré l'attention de deux autres savans [2], dont les hypothèses nous paraissent dignes de fixer l'attention.

Suivant M. de Charpentier, pendant l'époque de la formation de la mollasse, la portion de la Suisse qui comprend

[1] *Élémens de géologie* : par M. d'Omalius-d'Halloy, page 435, Paris, 1831.

[2] M. Venetz, ingénieur du canton du Valais, et M. de Charpentier, directeur des salines de Bex, dans le canton de Vaud.

le canton de Vaud, faisait partie d'une grande île. Cette contrée était limitée au nord et au nord-ouest par la chaîne méridionale du Jura, et au sud par un bras de mer qui la séparait des Alpes, montagnes qui n'avaient point encore atteint toute leur élévation. Une longue plage sablonneuse s'étendait entre la mer et le Jura. Jouissant d'un climat assez doux pour favoriser la végétation des palmiers, attestée par les empreintes de Chamærops que l'on trouve dans les couches superficielles de la mollasse des environs de Lausanne et de Vevey, cette contrée nourrissait des animaux propres aux pays chauds.

L'observation des faits géologiques prouve que cet état de choses cessa par suite d'une révolution des plus étonnantes qui fit disparaître entièrement la mer qui bornait la contrée.

Ce cataclysme fut occasionné par l'apparition de la roche granitique appelée *Protogyne* : deux vastes masses de cette roche s'élevèrent à la fois, l'une dans le Haut-Valais, et l'autre dans la Savoie, où elle forme le sommet le plus élevé du Mont-Blanc. Mais ce soulèvement produisit un relief beaucoup plus élevé que celui d'aujourd'hui : il était d'environ 18834 pieds, pour la cime du Mont-Blanc. Il porta le Jura à une élévation plus considérable que celle qu'il présente.

Une telle révolution, combinée avec la diminution de la chaleur terrestre, dut changer le climat de ces contrées; l'atmosphère se refroidit; les Alpes se couvrirent de neige; les plantes des pays chauds disparurent, et avec elles les animaux propres aux contrées voisines des tropiques. En un mot la plus grande partie de la Suisse fut soumise à une température semblable à celle des pays septentrionaux.

Plusieurs phénomènes furent les suites de cette catastrophe : de grandes masses de roches retombèrent dans les vastes crevasses qui forment aujourd'hui les principales vallées; quelques-unes de ces masses qui ne furent pas entièrement ensevelies sous les alluvions qui se formèrent, restèrent en saillie, comme les monts isolés appelés Saint-Triphon et le mont d'Horge dans la vallée du Rhône, et le mont Tourbillon près de Sion. Ailleurs les cavités coniques qui s'étaient formées pendant cette révolution, étant trop profondes pour être comblées par les alluvions, se remplirent d'eau et se changèrent en lacs, plus ou moins étendus. Les Alpes étaient chargées de neiges qui descendant sans cesse dans les vallées, formèrent des glaciers plus considérables que ceux d'aujourd'hui, et qui envahirent peu à peu

toutes les vallées, couvrirent toute la Basse-Suisse, et poussèrent même leurs moraines jusque sur les sommets du Jura.

Lorsque l'on examine les amas de débris de roches et les masses énormes de celles-ci que les glaciers entraînent encore dans les vallées [1], on est porté à admettre que des glaciers plus considérables, dont la partie inférieure était au niveau des cimes et des plateaux du Jura, ont pu y entraîner les énormes blocs arrondis de protogyne que l'on rencontre sur le haut du Salève et sur les cimes du Jura qui dominent la vallée du Doubs et les lacs de Neuchâtel et de Genève [2].

M. de Charpentier, qui admet que le soulèvement du Mont-Blanc, effectué après le dépôt des mollasses, l'a élevé à une plus grande hauteur que celle qu'il offre aujourd'hui, admet également que plus tard il a dû éprouver un affaissement qui l'a placé à sa hauteur actuelle. Nous ferons remarquer, en faveur de son opinion, ce que nous avons dit en examinant les systèmes de soulèvement, qu'il faut admettre aussi divers genres de dislocation et conséquemment des affaissemens. Ces dislocations sont même tellement dans l'ordre naturel, que les mouvemens du sol éprouvés depuis les temps historiques, nous indiquent évidemment des soulèvemens et des abaissemens : témoin l'exemple du prétendu temple de Jupiter-Sérapis, près de Pouzzole [3].

Par suite de l'affaissement du Mont-Blanc, et d'une partie des Alpes, mouvement qui fut probablement graduel, le climat de toute la contrée affaissée se réchauffa graduellement, pour prendre enfin sa température actuelle. Ce fut alors que les glaciers diminuant de hauteur laissèrent à découvert depuis le faîte du Jura jusqu'au faîte des Alpes, les blocs de roches qu'ils avaient entraînés et qui semblent attester leur antique existence.

Suivant M. de Charpentier, le glacier le plus vaste qui soit sorti des Alpes est celui qui a débouché par la vallée du Rhône, puisqu'il a poussé ses moraines non-seulement jusque sur le Jura, mais aussi du côté de l'ouest jusqu'à Genève, et du côté de l'est jusqu'aux environs de Burgdorf, dans le canton de Berne [4].

[1] *Voyez* tome I, page 79.

[2] Cette théorie que les blocs erratiques de la Suisse sont les restes des moraines, ou les résidus d'anciens glaciers, est due à M. Venetz. M. de Charpentier l'a défendue et développée dans un mémoire spécial inséré dans les Annales des mines, tome 8, 1836.

[3] Tome I, page 158.

[4] M. de Charpentier a calculé qu'avant le dernier soulèvement

Si nous examinons maintenant les dépôts de transport des cavernes à ossemens, nous pouvons remarquer que leur remplissage n'a pas toujours été le résultat d'une cause passagère, puisque dans certaines localités le limon ossifère alterne avec des *couches de stalagmites*. Nous avons vu aussi que leur remplissage est dû à une cause locale, puisque les fragmens de roches que renferme leur limon appartiennent généralement aux montagnes voisines, et que leurs angles sont quelquefois à peine émoussés.

Les géologistes anglais, s'appuyant sur les traditions religieuses, ont donné le nom de *diluvium* aux dépôts dont nous résumons l'histoire. Sur le continent, plusieurs savans distingués se sont élevés contre cette dénomination qui admet, comme prouvée, une origine plus ou moins sujette à contestation.

Le domaine des sciences est et doit rester entièrement distinct du domaine des croyances religieuses. Sous ce rapport, la question de la concordance du déluge de Moïse avec les faits géologiques doit être proscrite des considérations philosophiques à tirer de l'examen de certaines questions de géologie. Mais on ne peut se dissimuler que la tradition d'une grande catastrophe analogue à celle qui sert à expliquer la formation du terrain clysmien, ne puisse être examinée en dehors de toute idée religieuse. En effet cette tradition se retrouve chez les peuples de l'ancien et du nouveau continent, chez des nations antiques qui n'avaient aucune communication entre elles, et avec des circonstances de localité qui annoncent une origine différente, une véritable tradition historique.

Si l'on n'admet pas que l'homme a pu être témoin de

des Alpes, la contrée du bassin du Rhône devait avoir une température moyenne de 17° 5, pour faire croître des chamærops. La température des vallées des Alpes, dans lesquelles les glaciers peuvent se conserver, est de 6° : c'est celle de la vallée de Chamouni. Si l'on admet que la température décroît par 480 pieds vaudois d'élévation, la contrée qui jouissait d'une température moyenne de 17° 5, doit avoir été soulevée de 5220 pieds (480 × [17,5-6]), pour que sa température baissât jusqu'à 6°. Mais comme l'élévation du lac de Genève est de 1116 pieds, l'affaissement que cette partie de la Suisse a subi, doit avoir été 4404 (5120 — 1116 = 4404). En admettant que les Alpes aient éprouvé le même abaissement, le Mont-Blanc, dont la hauteur actuelle est de 14430 pieds, doit avoir été de 18834 pieds. (*Quelques conjectures sur les grandes révolutions qui ont changé la surface de la Suisse, et particulièrement celle du canton de Vaud, pour l'amener à son état actuel.*)

quelque soulèvement de chaînes de montagnes, de quelque grand *déplacement d'eau*, de quelque cataclysme appartenant enfin à l'époque clysmienne, ou à l'une des périodes de de cette époque ; il faudra, pour expliquer la tradition diluvienne qui existe chez tant de peuples différens, supposer que les premiers hommes ont été doués d'une perspicacité plus grande que celle qu'ils possédaient aux anciennes époques de civilisation, puisque l'aspect que présentait la terre lorsqu'ils commencèrent à l'habiter leur aurait seul indiqué qu'elle avait été le théâtre de ces grands ravages opérés par les soulèvemens du sol et par la violence des eaux diluviennes.

Il nous semble donc que ces traditions indiquent suffisamment que quelques-unes des grandes catastrophes dont nous avons examiné les monumens, ont été *contemporaines de l'homme*, quelque peu nombreuses que l'on suppose à cette époque les premières sociétés humaines.

Nous avons vu, en présentant le tableau des époques géologiques établies d'après la prédominance de certains corps organisés fossiles, que celle qui a précédé la formation du terrain clysmien comprend un grand nombre d'animaux dont les genres vivent encore aujourd'hui et dont quelques-uns mêmes ne paraissent pas différer de ceux que l'on connaît vivant. Ainsi non-seulement on y trouve des *éléphans*, des *hippopotames*, des *rhinocéros*, et des *tapirs* ; mais des *chevaux*, des *bœufs*, des *cerfs*, des *renards*, des *ours*, des *castors*, des *moutons*, des *antilopes*, etc.

D'après la marche de la nature dans la succession des êtres, nous avons vu que plus le globe se rapproche de l'état actuel par sa température et sa végétation, plus les espèces d'animaux semblables à celles qui vivent encore deviennent nombreuses.

La présence de quelques espèces analogues à celles qui peuplent aujourd'hui la terre, telles que le *bœuf*, le *cheval*, le *mouton*, le *loup*, dont les dépouilles fossiles ne présentent point de différences appréciables avec celle des mêmes animaux vivans, doivent faire renoncer à l'idée que l'homme ne pouvait point exister. Et s'il pouvait exister, pourquoi supposer qu'il n'existait pas? Dira-t-on qu'on ne rencontre pas d'ossemens humains fossiles? Mais si l'on admet la possibilité du déplacement des mers par suite du soulèvement des montagnes, ne peut-il pas se faire que quelques grands espaces, couverts aujourd'hui par l'Océan, fussent habités par l'homme à l'époque dont il s'agit? Il n'y aurait donc point dans l'ab-

sence de débris humains fossiles un motif plausible pour ne point admettre l'existence de l'homme pendant les dernières catastrophes auxquelles les dépôts clysmiens doivent leur origine.

Dans les concessions que nous venons de faire, nous sommes allés aussi loin que nous le pouvions en admettant momentanément qu'il n'existe pas d'ossemens humains fossiles; mais, après les faits que nous avons exposés en décrivant le terrain clysmien, nous ne pensons pas que l'on puisse nier l'existence de ces ossemens: elle a été constatée par des hommes d'un trop grand mérite. Seulement nous concevons que la conviction fasse place au doute chez quelques personnes jusqu'à ce que de plus nombreux exemples que ceux que nous avons mentionnés ne permettent plus de se retrancher derrière des restrictions plus ou moins fondées ou des explication plus ou moins spécieuses.

Si d'autres découvertes analogues forcent les géologistes en général à admettre que l'homme a été contemporain de l'époque du cataclysme diluvien, il sera prouvé que c'est à cet événement géologique qu'il faut rapporter la tradition du *déluge*. Et si l'on objecte qu'il y a plusieurs traditions de *déluge*, nous répondrons qu'il y a aussi plusieurs périodes diluviennes pour lesquelles on finira par trouver des caractères distinctifs. Déjà l'on sait que le *diluvium* des Alpes occidentales est plus ancien que celui des Alpes *orientales*.

Nous avons vu que les dépôts diluviens du nord de l'Europe ont été formés par le soulèvement des montagnes de la Suède et de la Finlande; mais s'il faut chercher à quel soulèvement on doit attribuer la dernière grande catastrophe qui a laissé des traces dans les souvenirs de tant de peuples différens, on admettra, avec M. Elie de Beaumont, qu'elle doit se rapporter au plus récent de tous les soulèvemens, c'est-à-dire probablement à celui de la grande chaîne trachytique qui règne dans toute la longueur du nouveau continent.

Peut-être pourrait-on cependant l'attribuer à un cataclysme très-récent, dont M. Dubois de Montpéreux a reconnu des traces manifestes dans l'ancien continent, sur le théâtre même où la tradition biblique place ce grand événement. Selon ce zélé géologiste, la tradition du déluge de l'Ararat coïncide admirablement avec les faits géognostiques; elle paraît même faire mention de la dernière révolution qui a mis à sec le bassin de l'Arménie centrale,

événement qui fut sans doute accompagné de quelque éruption du volcan appelé l'Alághez ou de celui du Naltapa, et d'une grande agitation des eaux du lac Sivan. « En adoptant cette tradition, ajoute-t-il, le déluge d'Arménie, comme celui de la Thessalie ou de Deucalion, appartiendrait aux temps historiques et serait de beaucoup postérieur au dernier grand soulèvement du Caucase ; ce qui ne rencontre aucune difficulté, dès que nous envisageons l'Arménie centrale comme bassin isolé, tel que je l'ai décrit avec ses formations d'eau douce [1]. »

Il est facile d'entrevoir qu'à l'époque récente dont il s'agit, l'Europe et la plus grande partie de l'Asie devaient présenter à peu près la même configuration qu'aujourd'hui, et conséquemment à peu près la même température et la même végétation.

Lettre à M. Elie de Beaumont, sur les principaux phénomènes géologiques du Caucase et de la Krimée, par M. F. Dubois de Montpéreux, 9 mai 1837.

ADDITIONS.

Mollasse et calcaire bitumineux des environs de Seyssel, et de quelques localités analogues. — L'intérêt industriel que présente le bitume de Seyssel nous engage à en dire quelques mots qui auraient pu être placés à la suite de la description que nous avons donnée de la *mollasse et du nagelflue de la Suisse* [1].

Seyssel est une petite ville du département de l'Ain, à 5 ou 6 lieues au nord-est de Belley. Ce n'est point à Seyssel mais à Pyrimont, non loin de là, que l'on exploite le bitume ou plus exactement *le Malthe* si recherché depuis quelque temps pour certaines constructions.

A Pyrimont, le sol est composé d'un grès appelé *mollasse*, qui s'étend depuis les bords du Rhône jusqu'au pied du Jura ; ce grès imprégné de malthe et accompagné de calcaire pénétré de la même matière, constitue une formation appartenant à l'étage moyen du terrain supercrétacé. Cette formation recouvre les dernières couches du terrain jurassique supérieur.

Dans la localité exploitée, une masse de calcaire bitumineux comprise entre deux ravins, sort du milieu de la mollasse sur un espace de 800 mètres de longueur sur 300 de largeur. Ce calcaire est d'un blanc grisâtre à sa surface extérieure ; à l'intérieur, il est d'un brun plus ou moins foncé, selon la quantité de bitume dont il est pénétré. On n'y remarque point de traces de stratification, mais des fissures qui se croisent dans tous les sens, et qui le divisent en blocs irréguliers. Sa puissance n'est pas connue.

La mollasse offrant une texture plus poreuse que le calcaire est généralement plus riche en bitume. Cette substance se présentant en grosses veines et en grandes taches dans l'une et l'autre roche, paraît les avoir pénétrées posté rieurement à leur dépôt, mais avant leur complète consolidation.

Le calcaire est exploité à ciel ouvert, et la mollasse par galeries qui suivent les sinuosités des veines les plus riches en bitume.

[1] Tome I, page 556.

En remontant le cours du Rhône jusqu'à Genève, on remarque les mêmes dépôts de mollasse et de calcaire bitumineux sur les deux rives, soit en France, soit en Savoie.

A Lobsann et à Lampertsloch, dans le département du Bas-Rhin, on trouve une formation semblable à celle des environs de Seyssel, et dont les produits rivalisent avec ceux de celle-ci.

Il est probable que c'est au même étage du terrain supercrétacé que se rapportent le calcaire bitumineux du Puy-de-la-Pège et les mollasses bitumineuses du Puy-Chateix, près de Clermont (Puy-de-Dôme), les calcaires également imprégnés de malthe dans les environs de Dax (Landes), de Begrède près d'Ausson (Haute-Garonne), et de Gabian dans les environs de Béziers (Hérault).

Calcaire de Château-Landon. — En parlant de ce calcaire [1], sur la position et l'âge duquel les opinions sont partagées, nous avons adopté celle de M. Élie de Beaumont, qui le considère comme supérieur aux sables et grès de Fontainebleau. Ce qui nous a déterminé à nous ranger de son avis, c'est que le calcaire que l'on trouve sous les sables et grès, en creusant dans la carrière de Buteau, nous a offert tous les caractères d'une formation marine, ainsi qu'une texture que présente quelquefois la craie dans les environs de Château-Landon; c'est que des fragments de bivalves que nous y avons remarqués, nous ont paru appartenir à l'*ostrea vesicularis*. Nous en avons donc conclu que le calcaire lacustre que l'on voit à Buteau, sur les sables et grès de Fontainebleau, est le même que celui qu'on exploite à Château-Landon, et que le calcaire marin que l'on trouve au-dessous des sables et des grès appartient au terrain crétacé.

Depuis la publication du premier volume de cet ouvrage, il a encore été question du calcaire de Château-Landon à la Société géologique de France; j'ai appris, par le Bulletin qu'elle publie, que dans une séance à laquelle l'état de ma santé m'a empêché d'assister, M. Raulin a annoncé que c'était à tort que j'avais rapporté à la craie le calcaire que j'avais remarqué au-dessous des sables et grès à Buteau [2]. Afin de m'assurer si j'avais commis une erreur, j'ai fait une course dans cette localité qui me paraît être l'une des principales à étudier pour la solution de la question, et je dois aujourd'hui déclarer

[1] Tome I, page 575.
[2] Séance du 7 mai 1838.

que les échantillons de ce calcaire m'ont offert, parmi les fragmens fossiles que j'avais cru appartenir à l'*Ostrea vesicularis*, plusieurs huîtres qui se rapportent soit à l'*Ostrea elongata*, soit à l'*Ostrea deformis*. Il en résulte donc que l'observation de M. Raulin me paraît fondée, et que, comme l'a pensé M. de Roys, le calcaire que j'ai signalé à Buteau, au-dessous des sables et grès de Fontainebleau, représente le calcaire marin que l'on observe au-dessus des marnes vertes dans les environs de Paris, et qui a acquis un grand développement près de La Marre dans les environs de Neauphle-le-Vieux [1]. Et, comme ce même calcaire marin se montre sur plusieurs points entre Château-Landon et Souppes, en fragments dispersés à la surface du sol, il est hors de doute maintenant que le calcaire de Château-Landon lui est inférieur. Ainsi, dans la série générale des formations du bassin de Paris, le calcaire de Château-Landon est parallèle à celui de la Brie, c'est-à-dire qu'il occupe la même place que le calcaire lacustre de la montagne de Ville-Cerf, près Moret, de Bouron, de Valvin, etc.

[1] Voyez tome I, page 593.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE VOLUME.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES PRINCIPAUX NOMS RELATIFS

A L'ORYCTOGNOSIE, A LA PALÉONTOLOGIE, A LA GÉOGNOSIE ET A LA GÉOGÉNIE.

A